

GUANGZHOU ENVIRONMENTAL SCIENCE

Vol.26 No.2

广州环境科学

第二十六卷 第二期



广州市环境科学学会 主办

2

2011

首届穗版内部资料优秀奖
《中文科技期刊数据库》入编期刊
《中国知识资源总库》入编期刊
《华艺线上图书馆》入编期刊

《广州环境科学》编委会

(按姓氏笔画排序)

主 任 傅家谟
副 主 任 甘海章 赖光赐
委 员 王作新 刘攸弘 齐雨藻
朱锡海 陈成章 汪晋三
李萍萍 余国扬 吴政奇
吴乾钊 林锦河 骆世明
姚继业 曾凡棠 彭绍盛
主 编 甘海章
责任编辑 刘攸弘 辛东平 杨 华
黄润潮 黄卓尔 琚 鸿

主管单位 广州市环境保护局
主办单位 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: gzhjks@126.com
印 刷 广州市天河彩佳印刷厂

广东省连续性内部资料出版物
登记证粤内登字 A 第 10070 号

内部资料 · 免费交流

目 次

环境监测与评价

- 广州市环境空气监测与预警体系在亚运会中的应用
..... 王少毅, 曾燕君, 琚 鸿, 等 (1)
广州亚运会水环境质量保障监测系统的建立与应用
..... 王宇骏, 董天明, 陈鸿展, 等 (4)
广州城区冬季大气边界层气溶胶激光雷达探测
..... 刘文彬, 伦伟明, 邝俊侠, 等 (7)
广州地区秋冬季细颗粒物 PM_{2.5} 化学组分分析
..... 王少毅, 曾燕君, 琚 鸿, 等 (11)
广州市河涌综合整治水质评价体系建立及应用
..... 陈鸿展, 王宇骏, 董天明, 等 (15)
突发性死鱼事件应急监测案例分析及实施要求
..... 陈鸿展, 张倩华 (19)
增城市典型行业化学品使用调查
..... 曾燕君, 陈炳基 (22)
探析 FH-62-C14 颗粒物监测仪测量维护要点
..... 钟华恩 (25)
城市饮用水源水质健康风险评价
..... 刘秀平 (28)
季节性 Kendall 检验法在黄坛水库水质趋势分析中的应用
..... 孙 松 (31)

质量控制与管理

- 环境监测实验室质量管理体系的运行和发展
..... 王少毅, 杨丽华 (34)
环境监测实验室实施质量监督的探讨
..... 郑习健 (38)
环保评价标准和监督管理技术规范中环境监测信息的确认方法
..... 张倩华, 王宇骏, 吴爱冬 (42)

水环境及污染防治

- 农村生活污水处理技术
..... 王妮娜, 郑立柱 (46)

固体废弃物管理

- 珠海市民及高校学生对垃圾分类和减废的认识和参与调查比较研究
..... 詹肇泰, 王玮娜, 包厚甲 (49)

动态信息与简讯

- 广州亚运空气 100% 优良 (21)
推动穗澳环保合作, 发展环保低碳城市 (24)
罗思源局长调研督导环境信访工作 (37)
我市被评为省珠江综合整治工作优秀城市 (41)

封面摄影

莲花山石场古遗

戴晓虹

广州市环境空气监测与预警体系在亚运会中的应用

王少毅 曾燕君 琚 鸿 梁桂雄
(广州市环境监测中心站, 广州 510030)

摘 要 本文以 2010 年广州亚运会空气质量监测保障为例,从广州市环境空气质量监测网络、空气质量预报、预警体系和环境质量会商及信息发布管理机制等方面,介绍了广州市环境空气监测与预警体系。通过 2010 年广州亚运会空气质量保障监测实践,证明广州市环境空气监测与预警体系是适应广州环境保护工作发展,并能满足特殊环境空气质量保障目标需求,具有示范作用和可供全国中心城市借鉴的先进的环境空气质量监测与预警体系。

关键词 环境空气 监测与预警 体系 广州市 亚运会

广州市在取得第 16 届亚运会举办权后,对亚运环境保障监测工作进行了系统的战略部署。自 2008 年起,广州市环境监测中心站从健全、优化环境空气质量监测网络,集成本地化和业务化的多模式空气质量预测预报系统和先进的空气质量预警体系,建立环境空气质量会商及信息发布管理机制等方面,建立了适应广州环境保护工作发展,并能满足特殊环境空气质量保障目标需求,具有示范作用和可供全国中心城市借鉴的先进的环境空气质量监测与预警体系。该体系在 2010 年广州亚运会中得到了成功应用,有效保障了亚运会广州环境空气质量,实现了“绿色亚运”的承诺。本文将从广州市环境空气质量监测网络、多模式空气质量预测预报、预警体系和环境质量会商及信息发布管理机制等方面介绍广州市环境空气监测与预警体系在亚运会中的应用与效果。

1 亚运广州环境空气质量监测网络的建立

1.1 广州市环境空气自动监测网络

广州市环境空气自动监测网络由国控监测网络、市控监测网络组成,监测项目包括 SO_2 、 NO_2 、 NO_x 、 NO 、 CO 、 PM_{10} 、 O_3 等常规监测指标和 VOC、能见度、颗粒物粒谱、有机碳/无机碳、浊度、颗粒物细粒子($\text{PM}_{2.5}$ 、 PM_1)等研究性监测指标,并引入大气边界层探测、卫星遥感等先进监测手段,实现用最少的监测点,最先进的监测技术,全面、真实反映广州市环境空气质量,并可根据不同环境空气质量保障目标

进行扩展和调整。

1.2 亚运会环境空气质量保障目标

2004 年 7 月,广州市申亚成功,承诺要举办一届“绿色亚运会”。根据历年环境空气质量现状和在掌握空气质量现状和污染控制成效的基础上,广州市提出了亚运期间空气质量目标:所有国控监测点和主要亚运场馆监测点的 SO_2 、 NO_2 、 PM_{10} 日均值达到国家二级标准。从大型国际性运动会对空气质量的高要求考虑,参考 WHO 准则值,除以上指标外,还考虑了臭氧、VOC 和颗粒物细粒子等与大气能见度等指标,提出亚运前研究目标: O_3 小时值达到国家一级标准, SO_2 与 PM_{10} 日均值达到世界卫生组织过渡时期第一阶段标准,并以此研究目标来提出更严的控制措施来确保亚运目标,见表 1。

表 1 亚运期间空气质量目标与研究目标 mg/m^3

指 标	二氧化硫	二氧化氮	可吸入 颗粒物	臭氧	颗粒物 细粒子
研究目标	0.125	0.120	0.100	0.160	0.075
亚运目标	0.150	0.120	0.100	—	—

1.3 亚运广州环境空气质量监测网络

根据亚组委对亚运赛场周边空气进行监控的要求,按空气自动站能监控半径 3 km 范围(郊区略微放宽)计算,广州市环境空气质量监测网络能对 20 个赛场进行监控,余下 6 个赛场需新增 5 个监控

点。为此广州市新建番禺石楼镇、花都九龙湖、广州英豪中学、广东划船中心和番禺大夫山 5 个空气质量自动监测点,并于 2010 年 6 月 5 个新增监控点全部建成并投入运行。此外,还利用 10 台环境空气流动监测车,进行空气质量流动监测。新建亚运环境空气自动监测网络,监测点达 34 个既要满足亚组委对每个赛场周边空气进行监控的要求,又要满足国家每天对外公布城市环境空气质量状况,同时也考虑了广州市在亚运期间环境质量保障工作的风险和压力。亚运会运动场馆及环境空气自动监测点位分布见图 1。

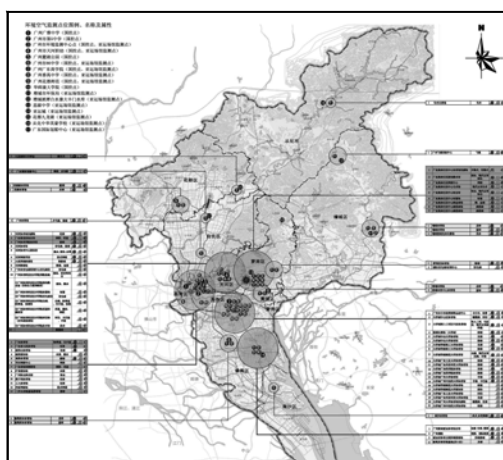


图 1 亚运会运动场馆及环境空气自动监测点位分布示意

监测项目包括:空气质量监测的项目有:SO₂、NO₂、NO_x、NO、CO、PM₁₀、O₃、气象 5 参数、PM_{2.5}、VOC、能见度、太阳辐射及大气边界层气溶胶及气象 5 参数。

此外,还利用风廓线、温廓线雷达,差分吸收光谱仪和激光雷达等探测边界层顶风、温、湿以及污染物的变化,研究区域的边界层垂直结构,包括城市近地层污染物分布,尤其是边界层层结变化对污染物扩散的影响。利用中科院最新的环境质量监测手段,对广州市重要的污染源区、交通道路、VOC 重点排放区域进行立体性监测,直观监测污染源排放浓度,通过在区域污染源输送通道上激光雷达垂直性监测,结合其它环境质量监测、大气边界层观测,监测污染物的输送,实现快速预报预警响应,充实污染源监测和环境质量评价科学研究监测,并为污染源削减能力和污染源控制效果提供依据。

2 环境空气质量预报、预警体系及应用

广州市环境空气质量预报预警体系包括环境空

气自动监测系统、空气质量多模式预测预报系统、卫星遥感监测与污染气象条件指数预报系统、广州市环境信息分析及空气质量预报业务应用系统,可提供内容丰富、形式多样、更新及时的环境空气质量及气象信息,包括环境空气质量可视化信息、大气边界层的信息、各种天气分析图和多种空气质量预报信息,有助于分析判断污染物分布情况及其扩散、迁移趋势,结合气象扩散条件,判断分析各个测点环境质量情况和空气质量是否达标和变化趋势,极大提高了空气质量预报准确率。

2.1 提供各类环境空气质量及气象信息

预测预报系统在每日 8:00 前完成污染物浓度 72 h 预测预报及各种气象要素预报,并基于 GIS 进行展示和发布,能够以多种形式展示不同污染物、不同地区、不同时段的环境空气质量和气象状况预报结果;能够展示局地站点空气质量演变趋势。广州亚运空气质量卫星遥感监测和空气污染条件预报系统逐日提供广州市亚运场馆、城区及周边地区等多种空间尺度的 AOD、NO₂、O₃、SO₂、PM₁₀ 浓度的时空分布图;数值预报系统与污染气象条件预报系统结合,提供各个测点不同高度 3 d 以内的前向和后向轨迹图。

环境空气质量可视化信息包括国控点和亚运会场馆常规环境空气质量信息,和 VOC、颗粒物细粒子浓度及各种粒径质量浓度和数据浓度、颗粒物和大气中的离子成分、大气中臭氧和氨等研究性环境质量信息。

大气边界层的信息包括垂直温廓线、垂直时间温度剖面图、边界层特征图、常规污染物浓度卫星反演图、全国大范围 API 分布图等。

环境空气质量预报信息,并具有自动下载大量气象和环境质量信息,并能自动进行空气质量预报模式运算,自动生成可供预报员和专家进行预报分析的各种天气图和预报结果图。

环境信息分析及空气质量预报业务应用系统,自动下载 NCEP 全球气象客观分析及预报数据,自动生成分析与预报的地面、850、700、500 hPa 的大气流场、天气形势、降水、气压等参数的标准天气图和降水分布图,并可自动下载中央气象台、美国、日本、韩国的天气图,香港和台湾地区的天气分析图,为预报员对空气质量预报结果进行会商分析,准确分析天气形势,提供快捷的平台。

2.2 环境空气质量实时监控平台

预测预报系统实现了与自动监测系统整合,实现对环境空气质量的实时监控。预测预报系统提供了空气质量与污染源的关系,并能够进行区域污染源来源分析,通过源解析方法,能够对不同大气污染物浓度分布的成因进行溯源,定量评估周边地区对广州的污染物输送贡献以及广州本地排放的贡献,从而为广东省政府制定保障亚运空气质量的联防联控措施提供决策依据。为确保亚运期间空气质量达标,根据环境质量预警机制,制订更为严格的空气预警指标,并根据预警级别制定了相应的行动方案。

一级预警:当预报未来 24 h 和 48 h 空气污染指数在 80~89;二级预警:当预报未来 24 h 和 48 h 空气污染指数在 90~110;三级预警:预测不利污染物扩散的气象条件持续保持;未来 24 h 和 48 h 空气质量仍属于轻微污染以上,API 大于 110 时。

3 环境空气质量会商及信息发布机制

3.1 环境空气质量专家会商可视化工作平台

预测预报系统配备了大型显示系统,配备可供 30~40 人就座的会议区,通过大型显示系统进行会商分析。同时预报系统提供了远程访问功能,也可在预报中心提供专家进行分析。环境质量自动监测系统、水质自动监测系统都提供了网络连接功能,提供专家进行会商分析。根据环境质量会商机制,为确保亚运期间环境质量的达标,提高进行专家会商的级别,制订当预测未来 48 h 内出现极端不利气象条件、API \geq 80 时,进行专家会商。

3.2 提供决策管理与应急保障指挥服务平台

通过预测预报系统向环保局环境监控中心开放,市环保局的相关人员可随时监控环境监测点的实时空气质量变化,为环境决策管理提供了直接的指挥平台。

3.3 提供社会服务及政府提供可视化信息平台

亚运期间,广州市环境监测中心站经市环保局授权向社会、公众发布空气质量信息,向国家环保部、省环保厅、市环保局等报送空气质量信息,发布内容包括:每天向公众发布 18 个国控点和亚运场馆监测点的 SO₂、NO₂、PM₁₀ 3 项指标的 API 分指数、全市国控点 API、未来 24 h 空气质量预报信息。以上

信息通过户外大屏幕每天滚动播放,通过市环保局网站和亚组委交通信息平台发布;每天向广东省环境监测中心报送 18 个国控点和亚运场馆监测点的 SO₂、NO₂、PM₁₀、O₃ 4 项指标的逐时监测数据;每天向市环保局环境保障与应急团队监测信息小组(环保局污控处)报送 SO₂、NO₂、PM₁₀、O₃、PM_{2.5} 5 项指标的逐时监测数据,空气质量快报,空气质量日报,未来 24、48、72 h 空气质量预报,异常情况预警信息,启动专家会商时及时报送专家会商意见;每天向国家环境监测总站报送 10 个国控点的 SO₂、NO₂、PM₁₀ 3 项指标的日均浓度值,以及未来 24 h 空气质量预报信息。

4 亚运会开幕式空气质量保障案例分析

2010 年 11 月 12 日为亚运会开幕式,然而 11 月份以来,亚运场馆和珠三角空气质量整体状况令人担忧,部分监站点 API 在 80~100 之间波动,个别站点 PM₁₀ 出现超标现象,尤其 PM_{2.5} 和 PM₁ 处于高值,中南部大气臭氧浓度也超过国家标准,表现出明显的区域性和复合型特征,能见度大范围降低并形成了灰霾天气,首要污染物是 PM₁₀ 及其中的 PM_{2.5} 和 PM₁。

11 月 3 日亚运空气质量保障监测正式开始,所有环境空气质量监测数据都传输到广州市环境监测中心站环境空气质量监控中心。2010 年 11 月 5 日,启动亚运空气质量预警,由广州市环保局主持召开了第一次省市联合专家会商。11 月 6 日,市环保局再次召开省市联合专家预报会商,广州市环境监测中心站根据环境质量监控中心获取和分析取得的环境质量信息,用多模式集成数值预报系统、卫星遥感监测与污染条件指数预报系统、统计预报系统得出的预报结论,向专家介绍环境质量现状和未来空气质量预报,预报 7 日~8 日污染物浓度有所上升,8 日~9 日弱冷空气过后,10 日~12 日天气回暖,污染物有一个累积过程,将影响开幕式前的环境空气质量,建议采取适当的措施减缓污染物的积累。专家们通过会商分析,向亚组委建议启动三级应急减排措施。11 月 8 日晚,广州市率先内部启动了一级强化减排措施,对 145 家企业采取了限停产措施。11 月 10 日,省、市联合专家会商再次提出亚运会开幕式期间在采取强化减排措施的同时,广州和周边城市还应重点控制 73 家企业的排放。11 月 11 日上午,广州和涉亚周边城市能见度急剧恶化,污染物监测指值临近超标,周边个别城市监测值已经超标;省、市

(下转第 18 页)

广州亚运会水环境质量保障监测系统的建立与应用

王宇骏 董天明 陈鸿展 张倩华

(广州市环境监测中心站, 广州 510030)

摘 要 广州亚运会对水环境质量保障提出较高的要求,水环境监测是水环境质量保障的重要一环,本文在全面分析了广州亚运会所面临的水环境质量压力和水环境监测所遇到难度,从监测环节和保障环节介绍了广州亚运水环境质量保障监测系统的建立思路、组成和特点,并对其应用效果进行了分析。

关键词 广州亚运会 水环境 保障 监测系统 建立 应用

随着我国各类大型运动会的陆续举行,借助举行大型运动会来发展自身和展示形象成为了运动会主办城市重中之重的任务,运动会举办期间,世界、国内各地运动员、游客云集,此时城市环境质量状况将面临这巨大的考验,环境质量状况甚至成为运动会是否成功举办的关键要素之一。对于南方城市而言,运动会期间水环境质量更是重要的保障要素。广州市于 2011 年 11 月 12 日~27 日、12 月 10 日~19 日分别举行了第 16 届亚洲运动会和首届亚洲残疾人运动会,为了确保“两个亚运”期间的水环境质量,广州市环境监测部门建立了亚运水环境质量保障监测系统(以下简称“亚运水监测系统”),并在亚运期间成功运用实施,为专家会商和各项决策的实施提供了第一手数据。

1 广州亚运会面临的水环境质量压力

大型运动会的举行离不开水上项目,如赛艇、铁人三项等,因此赛场的水环境质量保障十分重要,它直接关系到赛事能否如常举行,此外,景观用水、饮用水源地的水质等都是关系到赛事举办期间城市形象和环境安全的问题。广州亚运会受所处地理位置的影响,所面临的水环境质量是许多举行大型运动会城市所没有遇到的。

1.1 涉及水域广阔

广州亚运会是目前世界上所涉及水域较为广阔的运动之一,除赛艇等常规运动项目外,还根据岭南特色增加了龙舟赛;亚运会的开闭幕式都确定在

珠江江畔举行,其中火炬点燃以江面为起点,全世界眼光都将聚焦珠江;广州市集中式饮用水源地较多,分布在西江、东江、顺德水道等流域;亚运城与运动场地跨度较远,沿途河流众多;市区内众多的河涌、湖泊也是游览热点。

1.2 河网水系复杂

广州位于珠三角河网地带,市区河流众多,珠江横贯广州市区,西江、北江、东江 3 大河流均通过不同的河道流经广州市。市区内有星罗棋布的大小河涌 500 多条,水质参差。复杂的河网水系使广州亚运会水环境质量保障压力空前。

1.3 处于不利季节

广州亚运会举办期间正值枯水季节,珠江广州前航道上游来水锐减,来水水质较差,珠江河口咸潮频繁上溯,水质处于一年当中相对较差的时期,按常年同期水质水平将难以满足亚运大型活动用水要求。

1.4 地理位置的劣势

广州市位于众多城市的下游,西部、南部和东部的集中式饮用水水源地均位于其它城市水域当中或下游,水质受到上游来水的影响明显,亚运水环境质量保障并非广州 1 市能够独立完成,需要联合上游城市实行联防联控。

1.5 部分场馆的先天不足

广州亚运会用于赛艇和铁人三项的竞赛场馆日常主要用于一般训练或景观用水使用,水质处于Ⅲ~Ⅳ类期间,枯水季节赛艇场地还会降到Ⅴ类水质,因此

作为亚运竞赛用水,还有一定的距离,必须通过整治来达到竞赛要求。

2 广州亚运会水环境监测遇到的难度

复杂的河网水系、不利的枯水季节和先天不足的场馆都使水环境质量保障压力陡增,为此,环境监测成为了保障措施制定和实施的重要技术支撑,同时面临着前所未有的难度。

2.1 点位覆盖面广

环境监测部门需在涉水场地等 5 大类水体进行点位布设,监测点位覆盖全市区域,数量多且距离远近不一,这对于人员调配、采样、实验室分析和交通工具都提出了较高的需求。

2.2 监测频次密

监测既为水质整治服务,也为赛事服务,因此,环境监测部门必须远早于亚运开幕时间就投入到亚运监测当中,而在赛事期间更要求实施每日一测,直至赛事结束为止。

2.3 时间要求紧

亚运对于环境监测数据的时效要求很高,尤其在亚运期间,监测数据既要服务当天上午举行的专家会商会,又要确保综合分析报告在当天下午 14 时前上报各部门,因此许多监测工作均需从凌晨开始。

2.4 报告类型繁多

亚运期间综合分析报告需向包括亚组委在内的 7 个部门报送,同时需向各级领导传送短信信息,由于报送的方式不同,部门需求不同,因此综合分析报告的编制要求要远高于平常。

3 广州亚运水环境质量保障监测系统的建立与实施

为了满足亚运水环境质量保障目标要求,广州市环境监测部门设计了全面的亚运水监测系统,系统涵盖了空间、时间、频次、项目、手段、报告等方面,并在计划、质控、报送和交通等方面给予了保障,广州亚运水环境质量保障监测系统框图见图 1。

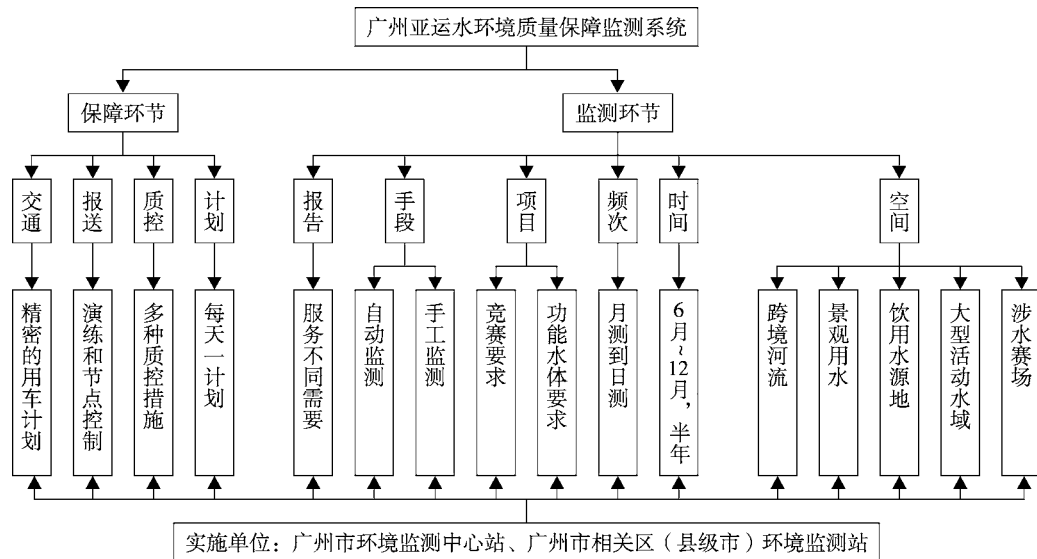


图 1 广州亚运水环境质量保障监测系统框图

3.1 监测点位覆盖亚运水域范围

亚运水监测系统共覆盖了 5 类水体,分别为涉水赛场、大型活动水域、饮用水源地、景观水体和跨境河流。不同类别水体根据赛事运行前后的安保要求进行点位调整,如龙舟赛场赛前的监测点位设在比赛区域,赛事期间调整至比赛区域的上下游。

3.2 监测频次由疏到密

亚运水监测系统设计运行时间跨度半年,运行思路是监测频次从疏到密,系统从距离亚运会开幕前半年起开始运行,其中涉水赛场、大型活动水域、饮用水源地实行月测月报制度;距离亚运会开幕前两个月起,大型活动区域的重点断面实行日测日报;

距离亚运会开幕前 20 d, 大型活动水域、饮用水源地、景观用水实行日测日报; 赛事举办前 7 d, 涉水赛场实行日测日报。此外, 对于部分需要整治的涉水场地, 根据整治进度随时调整监测频次。

3.3 有重点地选取监测项目

亚运水监测系统在监测项目选取中遵循 3 个原则, 首先是考虑竞赛要求与功能水体要求相结合原则; 其次是按照一般与重点项目的筛选原则; 最后就是分阶段实施原则。因此, 五类水体均进行了一般和重点项目的区分, 一般项目是在亚运开幕前半年到亚运开幕前 20 d 之间实施, 是依据水体功能和赛事特点来进行甄选; 重点项目是在亚运开幕前 20 d 实施至亚运闭幕或赛事结束, 选取主要污染指标和感官、气味等方面指标, 如涉水项目除了常规水质理化

指标外, 还增加了臭和味、致病性微生物和寄生虫等卫生学方面的指标; 大型活动水域重点选择与感官、气味有关的指标, 如溶解氧、氨氮、石油类等; 饮用水源地主要以生物毒性进行水质判断; 景观用水着重在于感官, 因此选择透明度作为重点项目。

3.4 采取多种方式的监测手段

亚运水环境质量监测采取手工监测与自动监测相结合的方式, 其中饮用水源地的水质监控除了进行生物毒性分析外, 还充分利用自动监测系统数据, 严密监控重金属指标浓度变化情况。对于没有建立水质自动站的断面采用手工监测, 同时利用广州市多功能环境监测船和便携式监测设备开展流量测定、生物毒性分析和部分理化指标的现场监测, 最大程度地提高监测的时效性。

表 1 广州亚运水环境质量保障监测项目

场地	一般项目	重点项目
涉水赛场	1. 《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) 前 64 项; 2. 臭和味、致病性微生物和寄生虫; 3. 铁人三项赛场增加电导率、透明度、大肠杆菌、肠球菌、叶绿素 a。	透明度、pH 值、溶解氧、高锰酸盐指数、氨氮、砷、汞、镉、六价铬、氰化物、挥发酚
大型活动水域	开闭幕式 pH 值、溶解氧、化学需氧量、铜、锌、硒、砷、汞、镉、六价铬、铅、氰化物、挥发酚、石油类、透明度	透明度、pH 值、溶解氧、氨氮、化学需氧量、石油类
	实时监测 流速、流量、溶解氧、pH 值、氨氮、盐度	流速、流量、溶解氧、pH 值、氨氮、盐度
景观用水水域	亚运城、自行车赛场、高尔夫练习场、运动员村、马术赛场、高尔夫球场、城区 4 大人工湖、珠江夜游线路 pH 值、溶解氧、化学需氧量、铜、锌、硒、砷、汞、镉、六价铬、铅、氰化物、挥发酚、石油类、透明度	透明度、溶解氧、氨氮
饮用水源地	《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) 前 64 项	水质自动监测站: 重金属指标手工监测: 生物综合毒性
跨境断面	pH 值、溶解氧、化学需氧量、铜、锌、硒、砷、汞、镉、六价铬、铅、氰化物、挥发酚、石油类、透明度	透明度、pH 值、溶解氧、氨氮、化学需氧量、石油类

3.5 实施严格的质控措施

各种质量控制措施是亚运水监测系统正常运行的保障, 除了常规质控手段外, 还采取了实验室间比对、便携式设备与实验室方法比对等质控措施, 同时市站对承担任务的各区(县级市)环境监测站进行质控考核, 及时反馈问题, 从而确保数据的准确性。

3.6 编制多种形式的综合分析报告

根据服务对象需求的差异, 亚运水监测系统设计了 6 类综合分析报告, 包括亚运水环境质量简报、跨境断面水质日报、亚运前期水环境质量监测简报、

亚运期间涉水项目重点监测简报、饮用水源地重点监测简报和涉水项目符合赛事要求的监测报告。报告的形式和内容遵循简洁、清晰的原则, 力求让报告使用部门对水环境质量信息一目了然。

3.7 制定高效的数据报送程序

亚运水监测系统由全市环境监测部门共同实施, 数据需要在短时间内进行汇总分析, 并在规定时间内向亚组委等 7 个部门上报, 同时数据用于每天上午的水环境质量专家会商会议。为此, 系统制定了严格的数据报送程序, 通过制定每天监测计划、控制时间节

(下转第 10 页)

广州城区冬季大气边界层气溶胶激光雷达探测

刘文彬¹ 伦伟明¹ 邝俊侠¹ 刘建国² 谢品华²

(¹广州市环境监测中心站, 广州 510030; ²中国科学院安徽光学精密机械研究所环境光学与技术重点实验室, 合肥 230031)

摘 要 激光雷达是大气边界层气溶胶和云的一个高效探测工具。2010 年 12 月利用 Mie 散射激光雷达对广州城区冬季大气边界层进行系统观测, 分析讨论了测站地域上空大气气溶胶的消光系数垂直分布和时间变化的主要特征。结果表明: 冬季广州大气边界层气溶胶主要分布在 1 100 m 以下区域, 气溶胶分布具有多层结构; 大气边界层高度稳定分布在 500~620 m 左右, 边界层高度日变化不明显; 冬季广州气溶胶源较为稳定并且变化慢; 广州城区气溶胶浓度白天比晚上大, 峰值出现 11:00~14:00 左右, 谷值出现在 20:00 左右。

关键词 激光雷达 气溶胶 边界层 边界层高度

大气边界层(Planetary Boundary Layer, PBL)是指大气圈的最低层。其厚度与多种因素有关, 从几百米至 1.5~2.0 km, 平均约为 1 000 m。颗粒物是广州目前一种最重要的空气污染成分, 这种固体颗粒物构成的大气气溶胶主要集中在近地面的大气边界层中, 常形成边界明显的近地面气溶胶层。人类和地球上的生物都生活在大气边界层内, 雾、霾和低空层积云是边界层中的天气现象。在地球表面和自由大气之间的动量、热量和水汽交换中, 大气边界层也扮演着主要角色。进行大气边界层的研究已逐步形成一门独立的分支科学。大气边界层的变化特征, 不仅对于低层大气中气溶胶的垂直输送、光化学反应等大气物理和环境化学过程是重要的, 它对于大气环境质量预报乃至采取改善城市大气环境质量的措施都有重要意义^[1,2]。激光雷达由于其具有精细的空间分辨率、时间上的连续测量和较高的探测精度而成为实时监测大气气溶胶空间分布, 特别是其垂直分布的一种十分有效的手段^[3-7]。本文利用 AGHJ-I-LIDAR 型激光雷达对广州冬季边界层气溶胶进行了探测, 反演得到气溶胶消光系数廓线, 分析讨论了测站地域上空大气气溶胶的消光系数垂直分布和时间变化的主要特征, 以期为研究广州市区冬季边界层气溶胶积累提供参考。

1 激光雷达系统及测量原理

测量采用的激光雷达系统是由中科院安徽光机所制造的 AGHJ-I-LIDAR 型激光雷。该系统具有结构紧凑、稳定、自动化程度高等特点, 可连续、长期地开展对对流层大气气溶胶、云和大气边界层(PBL)的结构分布进行探测。对给定波长的激光雷达, 在一次散射的条件下, Mie 散射型激光雷达方程可用公式(1)表示:

$$X(z) = P(z) \cdot z^2 = C\beta(z) \exp \left[- \int_0^z 2\sigma(z) dz \right] \\ = C(\beta_a(z) + \beta_m(z)) \exp \left[-2 \int_0^z [\sigma_a(z) + \sigma_m(z)] dz \right] \quad (1)$$

式中:

$P(z)$ ——激光雷达接收探测距离 z (km)处的大气后向散射回波信号强度(W);

C ——系统常数($W \cdot km^3 \cdot sr$);

$\beta(z), \sigma(z)$ ——距离 z 处大气总的后向散射系数($km^{-1} \cdot sr^{-1}$)和消光系数(km^{-1});

$\beta_a(z), \sigma_a(z)$ ——距离 z 处气溶胶的后向散射系数($km^{-1} \cdot sr^{-1}$)和消光系数(km^{-1});

$\beta_m(z), \sigma_m(z)$ ——距离 z 处空气分子的后向散射系数($km^{-1} \cdot sr^{-1}$)和消光系数(km^{-1})。

上述激光雷达方程的求解方法通常有 2 种, 即 Klett 方法和 Fernald 方法, 本文采用 Fernald^[8]方法来反演激光雷达数据。

$$\alpha_a(z) = -S\alpha_m(z) +$$

$$\frac{X(z)\exp\left[2(S-1)\int_z^{Z_c}\alpha_m(z)dz\right]}{\frac{X(Z_c)}{\alpha_a(Z_c)+S\alpha_m(Z_c)}+2\int_z^{Z_c}X(z)\exp\left[2(S-1)\int_z^{Z_c}\alpha_m(z')dz'\right]dz} \quad (2)$$

$$\alpha_a(z) = -S\alpha_m(z) +$$

$$\frac{X(z)\exp\left[-2(S-1)\int_z^{Z_c}\alpha_m(z)dz\right]}{\frac{X(Z_c)}{\alpha_a(Z_c)+S\alpha_m(Z_c)}+2\int_z^{Z_c}X(z)\exp\left[2(S-1)\int_z^{Z_c}\alpha_m(z')dz'\right]dz} \quad (3)$$

式中, $S = S_a/S_m$, 其中 S_a 为气溶胶消光后向散射比, 其值随气溶胶浓度、尺度谱分布和化学成分的变化而变化, 本文中取 $S_a = 50 \text{ sr}^{[9]}$; S_m 为大气分子的消光后向散射比, $S_m = 8\pi/3 \text{ sr}$; Z_c 为标定点高度, 可通过选取几乎不含气溶胶粒子的清洁大气层所在的高度来确定, 在此高度上满足气溶胶散射比 $R(Z_c) = \beta_a(Z_c) + \beta_m(Z_c)/\beta_m(Z_c) = 1.01^{[10]}$ 。 $\alpha_a(Z_c)$, $\alpha_m(Z_c)$ 分别为标定点上的气溶胶和大气分子的消光系数。

2 观测结果及分析

2.1 边界层消光系数垂直分布

观测地点位于广州市环境监测中心站, 利用上述反演方法, 本文分别对 2010 年 12 月 27 日、28 日和 30 日 3 个晴天无云的激光雷达数据进行处理和分析, 得到气溶胶消光系数的垂直分布。

图 1 为 2010 年 12 月 27 日、28 日和 30 日不同时刻(6 时、14 时和 23 时)的气溶胶消光廓线。从图中可以看出:

(1) 在任意探测时刻消光系数的极大区均分布在 1 100 m 以下区域;

(2) 与空气分子 Rayleigh 散射消光消光系数随高度的增加而单调递减不同, 在任意探测时刻对流层气溶胶消光系数垂直分布的一个明显特点是具有多层结构, 大体上可分为大气边界层和对流层; 27 日 14 时、23 时消光廓线在 1 800~2 300 m 高度内, 28 日 6 时、14 时、23 时消光廓线在 1 500~1 800 m 高度内, 30 日 6 时、14 时、23 时消光廓线在 1 300~2 200 m 高度内均存在浓度较大的气溶胶层。层内的气溶胶消光系数变大, 这反映了气溶胶浓度垂直分布的复杂性。

(3) 三日大气边界层高度均稳定分布在 500~600 m 左右, 边界层高度日变化不明显。

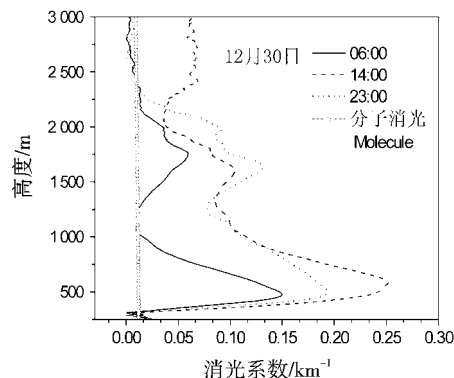
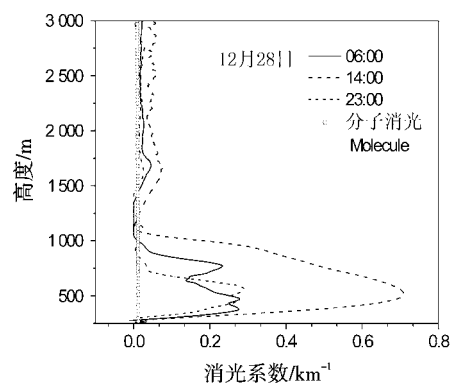
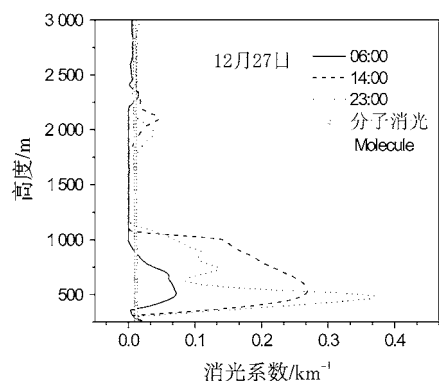


图 1 2010 年 12 月 27 日、28 日和 30 日不同时刻的气溶胶消光系数廓线

(4) 27 日、28 日 3 个探测时刻, 从边界层顶往上气溶胶浓度随高度降低, 在 1 100 m 左右气溶胶消光系数与空气分子消光系数交汇, 对流层上部的大气较为干净。与 27 日、28 日不同, 30 日 23 时气溶胶消光系数在 2 300 m 才与分子消光系数交汇。而 14 时气溶胶消光系数在 3 000 m 以内始终都大于分子消光系数; 这表明该日对流层内大气并不干净, 富集着一定数量的气溶胶粒子。

2.2 消光系数时空渲染图

图 2 为 2010 年 12 月 27 日、28 日和 29 日的消光系数时空分布图, 探测时间间隔为 6 min, 3 d 共获

得 720 条气溶胶消光系数廓线,为了清楚的看出这些气溶胶消光系数廓线的时间演变特征,利用这 720 条廓线画出彩色图。图中纵轴表示高度,横轴表示时间,不同的颜色表示不同的消光系数数值大小,蓝色表示消光系数最小,红色表示消光系数最大。消光系数时空分布图从整体上反应了气溶胶的变化过程。从图中可以看出:

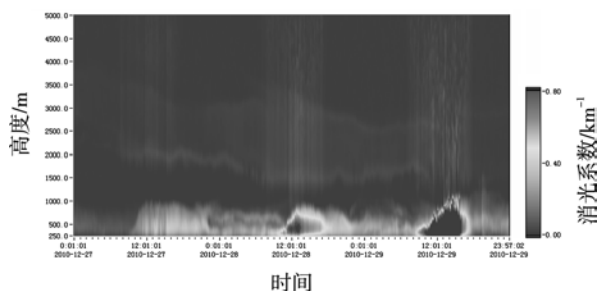


图 2 消光系数时空渲染

(1) 冬季广州城市气溶胶分布变化不明显,表明气溶胶源较为稳定并且变化慢。可能与测站所处环境有关,因测站位于广州市市中心,附近都是交通主干道,汽车尾气、路面扬尘、工业生产都是气溶胶的主要来源。

(2) 中午气溶胶浓度总是很大,总体上白天的污染大于夜间。

2.3 测站处消光系数的时空分布

以激光雷达测量最低点的消光系数代表测站处消光系数,把不同时刻的最低点消光系数按照时间顺序分布,得到消光系数的时间分布图(见图 3)。

从图 3 中可以看出:消光系数每天呈现周期性变化,整体上白天的消光系数大于夜间。峰值出现 11:00~14:00 左右,谷值出现在 20:00 左右。消光系数的变化特征主要取决于污染源的变化以及城市大气边界层内气象要素的变化。6:00~10:00 出现的消光系数高值,原因可能是上班高峰期车辆逐渐增多,交通排放污染物浓度升高;然后城市开始出现交通堵塞状况,车辆低速行驶导致化石燃料不完全燃烧,颗粒物逐渐累积后出现峰值;经过消散和沉降,颗粒物浓度逐渐降低后出现谷值。

3 结论

利用 Mie 散射激光雷达对广州城区冬季大气边

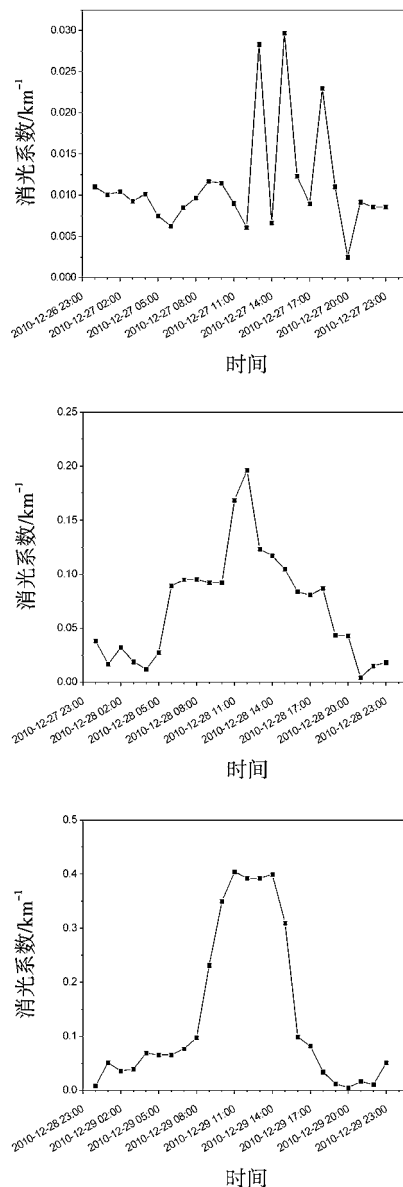


图 3 消光系数时间分布

界层进行系统观测,分析了测站地域上空大气气溶胶的消光系数垂直分布和时间变化的主要特征,得出以下结论:

(1) 冬季广州大气边界层气溶胶主要分布在 1 100 m 以下区域,气溶胶分布具有多层结构,大体可分为大气边界层和对流层。

(2) 大气边界层高度稳定分布在 500~600 m 左右,边界层日变化不明显。

(3) 冬季广州气溶胶源较为稳定并且变化慢。

(4) 广州城区因交通引发的气溶胶占很大比重,气溶胶浓度每天呈现周期变化,峰值出现在

11:00~14:00 左右,谷值出现在 20:00 左右。

4 参考文献

- [1] 周秀骥,陶善昌,姚克亚,等. 高等大气物理[M]. 北京:气象出版社,1990:226-230.
- [2] 赵鸣,苗曼倩. 大气边界层[M]. 北京:气象出版社,1992:1-18.
- [4] McElroy J L, Smit h T B. Lidar descriptions of mixed layer thickness characteristics in a complex terrain/coastal environment[J]. J. A pl. Meteor., 1990, 30:585-597.
- [5] Hoff R M, Harwood M, Sheppard A, et al. Use of airborne lidar to determine aerosol sources and movement in t he Lower Fraser Valley (LFV), BC[J]. Atmospheric Environment, 1997, 31 (14): 2123-2134.

- [6] 周军,岳古明,戚福弟,等. 大气气溶胶光学特性激光雷达探测[J]. 量子电子学报, 1998, 15(2): 138-145.
- [7] 白宇波,石广玉,田村耕一,等. 拉萨上空大气气溶胶光学特性的激光雷达探测[J]. 大气科学, 2000, 24 (4): 559-567.
- [8] Fernald F G. Analysis of atmospheric lidar observation: some comments[J]. Appl. Opt., 1984, 23: 652-653.
- [9] Takamura T, Sasano Y. Ratio of aerosol backscatter to extinction coefficient s as determined from angular scattering measurements for use in atmospheric lidar applications[J]. Optical and Quantum Electronics, 1987, 19 : 293-302.
- [10] Sasano Y. Tropospheric aerosol extinction coefficient profiles derived from scanning lidar measurement over Tsukuba, Japan, from 1990 to 1993[J]. Appl. Opt., 1996, 35: 4941-4952.

PBL Aerosol Monitoring by Lidar over Guangzhou in Winter

Liu Wenbin Lun weiming Kuang Junxia Liu Jianguo Xie Pinhua

Abstract Lidar is a more effective device in monitoring the planetary boundary layer (PBL) aerosol and cloud. The systematic observational results over Guangzhou in Dec 2010 were obtained by using Mie scattering lidar. The spatial-temporal characteristics of aerosol extinction coefficient in PBL are analyzed and discussed. The results indicate that the aerosol mainly distributes within 1 100 m over Guangzhou in winter, and its distribution has a multi-layer structure. The PBL locates stably at 500~620 m, without obvious diurnal change. The sources of aerosol are stable and change slowly. The aerosol density is heavier at daytime than at night, and its peak value appears at 11:00~14:00, while its valley value appears at 20:00.

Key words lidar aerosol PBL PBL height

(上接第 6 页)

点,从而确保数据按时上报。亚运前期,全市进行了 3 次数据上报流程演习,不断对报送程序进行完善。

4 广州亚运水环境质量保障监测系统应用及实施效果

亚运水监测系统每天提供了大量监测数据,并广泛应用于亚运水环境质量保障。通过监测,向亚运期间每日专家会商提供了最新的监测数据,为各种有针对性的水保障措施出台提供了最直接的资

料;向各级部门报送综合分析报告,及时发布各类水环境质量信息;为涉水场地、河道的水质改善整治提供了第一手的技术支撑,确保亚运期间水质达到要求。

经过了“两个亚运”的实践,亚运水监测系统顺利地完成了亚运水环境质量保障任务,监测数据及时、全面、准确地反映了亚运水环境质量状况,满足各级部门的使用需求,为亚运期间全面实现水环境质量保障目标提供有力的技术支撑。

Establishment and Application of Water Environment Quality Security Monitoring System for Guangzhou Asian Games

Wang Yujun Dong Tianming Chen Hongzhan Zhang qianhua

Abstract Environmental monitoring is important in ensuring the water quality requirements of Guangzhou Asian Games. In this paper, the pressure of Guangzhou Asian Games on water quality, and the difficulty in environmental monitoring are analyzed. The water quality protection monitoring system is introduced in aspects of monitoring links, ideas, composition and characteristics. The effects of system are discussed.

Key words Guangzhou Asian Games monitoring system establishment and application

广州地区秋冬季细颗粒物 PM_{2.5} 化学组分分析

王少毅¹ 曾燕君¹ 琚 鸿¹ 王新明²

(¹ 广州市环境监测中心中心站, 广州 510030; ² 中科院广州地球化学研究所, 广州 510640)

摘 要 本文对广州地区 2009~2010 年秋冬季节大气中 PM_{2.5} 进行采样, 并分析 PM_{2.5} 样品的水溶性离子、重金属元素、有机碳 / 元素碳(OC/EC)、有机酸、多环芳烃浓度和粒径分布。通过分析初步掌握了广州地区秋冬季节大气中 PM_{2.5} 的化学组分和特点: 广州地区秋冬季节 PM_{2.5} 呈现城区高于城郊, PM_{2.5} 中有机质(OM)是最主要的成分, 其次是硫酸根离子、硝酸根离子和铵根; PM_{2.5} 中有机碳和元素碳的空间分布特征相似, 并受一次源排放影响; PM_{2.5} 中铝、锌、铅是含量最高的重金属, 且城区重金属浓度高于城郊; PM_{2.5} 中 17 种多环芳烃、苯并 a 芘(BaP)均为城郊浓度最高。

关键词 细颗粒物 化学组分 秋冬季节 广州地区

可吸入颗粒物(PM₁₀)是珠三角各城市污染首要污染物, 成为影响珠三角城市环境空气质量的主要原因, 已经给珠三角地区的经济发展和人们生活带来比较恶劣的影响^[1-2]。PM_{2.5} 是指大气中直径小于或等于 2.5 μm 的颗粒物, 也有学者将 PM_{2.5} 等同于气溶胶。据吴兑等人研究表明, PM_{2.5} 占 PM₁₀ 的 58%~77% 左右^[3]。PM_{2.5} 粒径小, 富含大量的有毒、有害物质且在大气中的停留时间长、输送距离远, 因而对人体健康和大气环境质量的影响更大, 其中最直接、居民最能够感同身受的就是能见度急剧恶化, 灰霾天气频发。大气中的细粒子, 由于其对大气可见光的散射与吸收, 会导致肉眼感知的大气能见度显著下降, 发生所谓的灰霾现象。本研究通过分析广州地区 PM_{2.5} 的化学组分和特点, 有助于从颗粒物化学组成的角度认识广州地区灰霾形成的化学污染本质。

1 研究和分析内容

秋冬季节是广州市灰霾频发的季节, 为了掌握广州地区大气中 PM_{2.5} 的化学组分, 本研究在广州地区布设 6 个监测点: 广州市环境监测中心站(市站)、番禺中学、花都师范、芳村广东实验中学、华师康大学院、大学城, 共进行 3 次综合观测, 其中 2009 年和 2010 年 9 月的观测在 5 个站点(大学城除外)同步开展, 每天上午 10 时开始采样, 采集周期 24 h; 2010 年 11 至 12 月(亚运期间)的观测在华师康大学院、市站和大学城 3 个监测点同步开展, 每天上午 8 时和下午 13 时各收集 PM_{2.5} 样品 1 次, 采集周期 3 h。共获得有效 PM_{2.5} 样品 544 个, 粒径分布样品 60 个。PM_{2.5} 采样点信息见表 1。

表 1 采样站点信息表

采样地点	采样点特征描述	采样时间	采样周期	样品种类
华师康大学院	郊区	2009.11.28 至 2009.12.23	24 h	PM _{2.5}
		2010.09.08 至 2010.09.30	24 h	
		2010.11.02 至 2010.12.12	上下午各 3 h	
广州市环境监测中心站	城市中心	2009.11.28 至 2009.12.23	24 h	
		2010.09.08 至 2010.09.30	24 h	
		2010.11.02 至 2010.12.12	上下午各 3 h	
番禺中学	城郊	2009.11.28 至 2009.12.23	24 h	
		2010.09.08 至 2010.09.30		

续表 1

采样地点	采样点特征描述	采样时间	采样周期	样品种类
花都师范	城郊	2009.11.28 至 2009.12.23 2010.09.08 至 2010.09.30	24 h	PM _{2.5}
芳村广东实验中学	城市	2009.11.28 至 2009.12.23 2010.09.08 至 2010.09.30	24 h	
大学城	郊区	2010.11.02 至 2010.12.12	上下午各 3 h	
万顷沙	区域背景	2009.11.28 至 2009.12.23 2010.09.08 至 2010.09.30	24 h	PM _{2.5} 、粒径分布样品

1.1 分析内容与分析方法

本研究用大流量采样器(300 L/min),以石英滤膜(Whatman QM-A, 8 × 10 inch),收集 PM_{2.5} 样品。采样前,空白滤膜经 450 °C 烘烤 5 h,置于干燥器中平衡 24 h 后,用 1/10 000 天平(精确到 0.000 1 g)称量膜重。采样结束后,滤膜置于干燥器中平衡 24 h 后称重。

分析内容包括:PM_{2.5} 的质量浓度,水溶性离子(Li⁺、Na⁺、NH₄⁺、K⁺、Ca²⁺、Mg²⁺、F⁻、NO₂⁻、Cl⁻、NO₃⁻、Br⁻、PO₄³⁻、SO₄²⁻),重金属(V、Cd、Mn、Co、Ni、Cu、Zn、As、Se、Cr、Sn、Sb、Ba、Hg、Tl、Pb 和 Bi),有机碳/元素碳(OC/EC),多环芳烃 POPs 以及颗粒物微粒数量粒径分布。

所有 PM_{2.5}、粒径分布样品均通过重量法测定颗粒物浓度,均经过纯水抽提和过滤,以离子色谱分析样品中的 7 种阴离子和 6 种阳离子;均经以 TOT 碳分析仪分析样品中的有机碳和元素碳(OC/EC)组成;2009 年和 2010 年 9 月的所有 PM_{2.5} 样品均经过酸硝化、过滤和稀释,以 ICP-MS 分析样品中的 17 种重金属离子,均经过有机溶剂抽提、净化、浓缩,以 GC-MS 分析样品中的 16 种多环芳烃。

1.1.1 水溶性离子分析方法

取 PM_{2.5} 样品,放入 15 mL 离心管中加入 10 mL 二次水(电阻率为 18.2 MΩ·cm),然后放入超声清洗仪中超声抽提 30 min(超声仪中加入冰块,避免水温升高),溶液通过 0.45 μm 微孔膜过滤头过滤后转移至 30 mL 白色 PE 瓶。两次超声溶解的溶液混合。处理后溶液放入冰箱于 4 °C 储存,7 d 内完成分析。以离子色谱(Metrohm, IC-883)分析水溶性离子的组成。

1.1.2 重金属分析方法

取 PM_{2.5} 样品,以 1 mL 的浓硝酸在 190 °C 下,密闭硝化 24 h。取 0.1 mL 溶液,稀释至 5 mL,加入已知浓度的铑(Rh)和铼(Re)作为内标,用电感耦合等离子体质谱(ICP-MS)进行定量。

1.1.3 多环芳烃分析方法

取 PM_{2.5} 样品,用处理过的滤纸包好,经 200 mL 的二氯甲烷索氏抽提 72 h。抽提前抽提器等都用二氯甲烷清洗,并在平底烧瓶中加入定量的回收率指示物混合标样(萘-d8、蒽-d10、菲-d10、屈-d12、芘-d12)。抽提完成后,抽提液在旋转蒸发仪上浓缩至约 5 mL,转移至刻度管中,在柔和的氮气下,浓缩至约 1 mL,溶剂转换成正己烷后再吹至约 1 mL。层析柱的制作从下至上分别为 6 cm 的中性氧化铝,12 cm 的中性硅胶,1 cm 的无水硫酸钠。把浓缩液加入已做好的层析柱中,分别用 30 mL 正己烷和 70 mL 正己烷/二氯甲烷(v/v, 7:3)混和溶剂,依次淋洗。第 2 组分为 PAHs 组分。旋转浓缩至约 1 mL,再转移至细胞瓶中,在柔和的氮气下定容为 200 μL,上仪器分析之前再加入定量的六甲基苯作为内标。用气质联用仪(Agilent 6890GC-5973MSD),在全扫描模式(SCAN)进行定量分析。使用 HP-5 石英毛细管色谱柱(30 m × 0.25 mm × 0.25 μm)。色谱升温程序为:初始温度 65 °C,维持 2 min,然后以 5 °C/min 的速度升温至 290 °C,保留 20 min。以平均采样体积 432 m³ 计算。

1.1.4 颗粒物微粒数量粒径分布

滤膜法采集:TSP、PM₁₀、PM_{2.5}、PM_{10-2.5}、PM_{2.5-1.0}、PM_{1.0-0.5}、PM_{0.5-0.1}。

2 分析结果

2.1 PM_{2.5} 化学组分

PM_{2.5} 重建的结果显示,广州地区秋冬季大气 PM_{2.5} 中有机质(OM)是最主要的成分,占 39%,其次是硫酸根离子(SO₄²⁻),占 PM_{2.5} 质量的 18%,硝酸根离子(NO₃⁻)、铵根(NH₄⁺)、元素碳(EC)、钠离子(Na⁺)、氯离子(Cl⁻)、钾离子(K⁺)分别占 7%、7%、5%、3%、2%、1%。有 15% 的 PM_{2.5} 质量浓度没有完全

解释,主要由金属氧化物、未知化合物以及测量误差组成,广州地区大气 PM_{2.5} 组成见图 1。

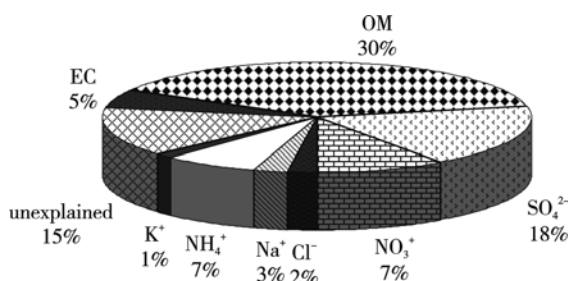


图 1 广州地区大气 PM_{2.5} 组成

备注:有机质(OM)按测定的有机碳(OC)乘以 2.0 计算获得^[4]。

2.1.1 有机碳和元素碳浓度水平

PM_{2.5} 中有机碳(OC)平均浓度为 $17.7 \pm 9.34 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 元素碳(EC)的平均浓度为 $4.93 \pm 2.76 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 。OC 和 EC 的空间分布特征相似,即广州城区(市站和芳村)高于城郊(花都和番禺),其中市站的浓度最高,郊区康大略高于番禺,见图 2、图 3。

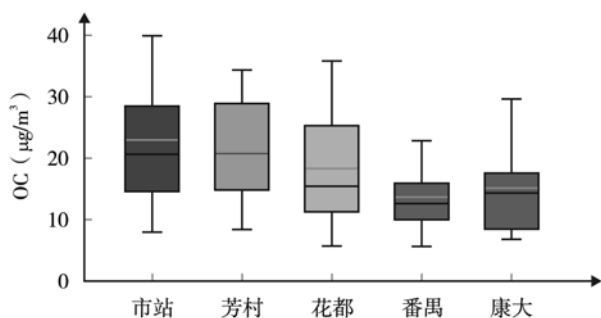


图 2 广州地区大气 OC 空间分布

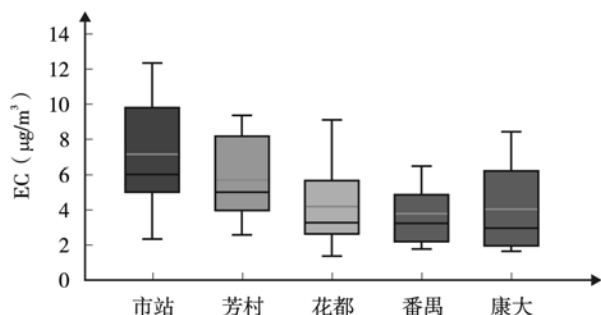


图 3 广州地区大气 EC 空间分布

注:柱内黑线表示浓度中值,绿线表示平均浓度,柱顶和柱底分别代表第 25%和 75%的浓度,上下误差线分别代表第 10%和 90%的浓度。

2.1.2 重金属浓度水平

PM_{2.5} 中重金属的平均浓度为 $2242 \pm 1254 \text{ ng}/\text{m}^3$, 铝、锌、铅是含量最高的重金属。广州城区(市站和芳村)的重金属浓度高于城郊(花都和番禺),其中芳村的浓度最高,郊区康大的重金属略高于番禺,见图 4。我国大气环境质量标准(GB3095-1996)规定,大气铅的季度和年平均为 1.5 和 1.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。广州地区秋冬季铅的平均浓度为 $253 \pm 138 \text{ ng}/\text{m}^3$, 没有超过我国现有标准。

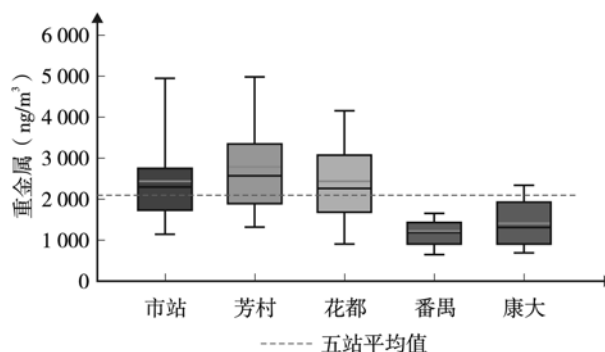


图 4 广州地区大气重金属水平

2.1.3 多环芳烃浓度水平

PM_{2.5} 中 17 种多环芳烃(PAHs)总浓度在 9.97 至 17.99 ng/m^3 之间,不同测点苯并 a 芘(BaP)的平均浓度在 0.96 至 1.90 ng/m^3 之间,观测期间广州地区大气 BaP 的浓度均未超过我国的标准值(10 ng/m^3) (GB3095-1996),但大部分时候超过 WHO 的标准值,见图 5。

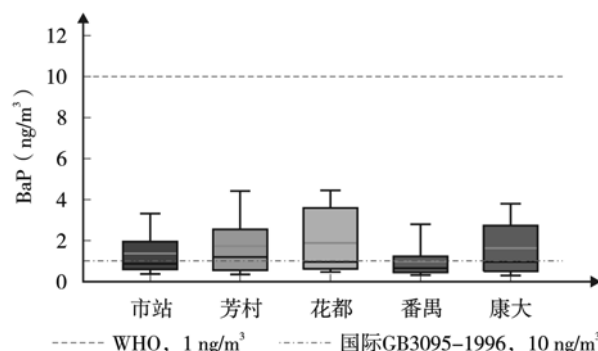


图 5 不同测点 BaP 浓度水平

2.2 颗粒物粒径分布特征

在万顷沙对大气颗粒物进行分级采样($>10 \mu\text{m}$ 、 $2.5\sim10 \mu\text{m}$ 、 $1.0\sim2.5 \mu\text{m}$ 、 $0.25\sim1.0 \mu\text{m}$ 、 $<0.25 \mu\text{m}$), 颗

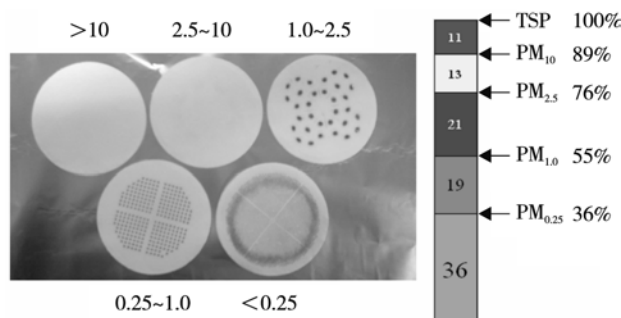


图6 大气颗粒物粒径分布特征

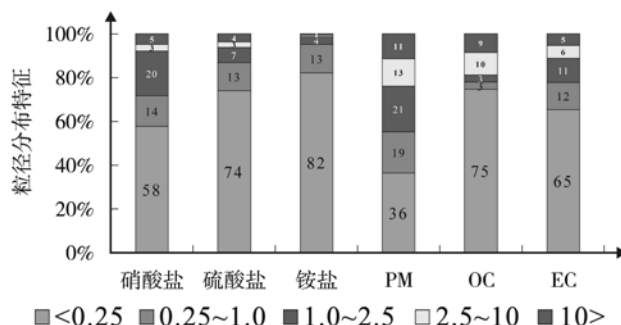


图7 颗粒物粒径分布特征

颗粒物粒径分布的特征如图6所示,总悬浮颗粒物(TSP)中有89%为 PM_{10} , PM_{10} 中有85%为 $PM_{2.5}$, $PM_{2.5}$ 中有72%为 $PM_{1.0}$, $PM_{1.0}$ 中65%为 $PM_{0.25}$ 。颗粒物中主要成分(硫酸盐、硝酸盐、铵盐、有机碳和元素碳)主要分布在粒径小于 $2.5\mu m$ 的大气细粒子中,集中于粒径小于 $0.25\mu m$ 的超细粒子中(图7)。硝酸盐和有机碳呈双峰分布,硫酸盐、硝酸盐和元素碳呈单峰分布。由于硫酸盐、硝酸盐、有机质和黑碳均是影响大气能见度的重要化合物,因此,要研究灰霾的形成机制及其控制对策,应重点关注大气细粒子,特别是粒径小于 $0.25\mu m$ 的大气超细粒子。

3 结论

广州地区秋冬季 $PM_{2.5}$ 呈现广州城区高于城郊,郊区浓度最低的特点。 $PM_{2.5}$ 中有机碳和元素碳的空间分布特征相似,即广州城区高于城郊,表明广州地区OC的来源主要受一次源排放的影响。 $PM_{2.5}$ 中铝、锌、铅是含量最高的重金属,广州城区重金属浓度高于城郊。 $PM_{2.5}$ 中17种多环芳烃、苯并a芘(BaP)均

为城郊浓度最高。 $PM_{2.5}$ 重建的结果显示广州地区秋冬季大气 $PM_{2.5}$ 中有机质(OM)是最主要的成分,其次是硫酸根离子、硝酸根离子和铵根。由于硫酸盐、硝酸盐、有机质和黑碳均是影响大气能见度的重要化合物,因此,要研究灰霾的形成机制及其控制对策,应重点关注大气细粒子,特别是粒径小于 $0.25\mu m$ 的大气超细粒子。

4 参考文献

- [1] 李亚男. 浅析珠江三角洲尘污染与灰霾天气[J]. 广东科技, 2008(7):84-85.
- [2] 刘燕,贺克斌,时宗波,等. 珠江三角洲大气颗粒物研究进展[J]. 环境保护科学,2006,32(5):1-4.
- [3] 吴兑,毕雪岩,邓雪娇,等. 珠江三角洲大气灰霾导致能见度下降问题研究[J]. 气象学报,2006,64(4):510-517.
- [4] Meinrat O Andreae, Otmar Schmid, Hong Yang, et al. Optical properties and chemical composition of the atmospheric aerosol in urban Guangzhou, China[J]. Atmospheric Environment, 2008,42(25):6335-6350.

Analysis of Chemical Composition of $PM_{2.5}$ in the Autumn and Winter in Guangzhou

Wang Shaoyi Zeng Yanjun Ju Hong Wang Xinming

Abstract The chemical composition and characteristics of $PM_{2.5}$ in the autumn and winter in Guangzhou were analyzed from 2009 to 2010, including water-soluble ions, heavy metal, OC/EC, organic acid, polycyclic aromatic hydrocarbon, in order to understand the nature of haze in chemical composition of its particles.

Key words fine particles chemical composition autumn and winter guangzhou

广州市河涌综合整治水质评价体系建立及应用

陈鸿展 王宇骏 董天明 张倩华

(广州市环境监测中心站, 广州 510030)

摘 要 近年来,广州市大力开展河涌综合整治,河涌水质评价成为指导政府治水工作的重要依据。本文分析了现行水质评价方法应用于河涌综合整治水质评价所存在的问题,提出了广州市河涌综合整治水质评价体系,并介绍其实际应用及成效。

关键词 河涌 水质 评价体系 建立 应用

近年来,广州市政府举全市之力,对河涌进行截污、堤岸整治、底泥处理、补水、景观绿化、清违等综合整治,至 2010 年 6 月 30 日,全市完成 121 条河涌的综合整治任务,大大改善了市区河涌的景观和水质。在此背景下,广州市环境监测中心站研究制定了河涌综合整治水质评价体系,开展整治前、后河涌水质监测工作,同时分析评估了河涌整治水质改善的效果,对广州市河涌综合整治的深入开展具有重要的指导意义和推动作用。

1 现行水质评价方法存在的问题

目前我国现行的水质现状评价方法,主要是应用《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)进行单因子评价,以 24 项理化指标中最差的某项指标水质作为该水体水质类别判定的依据。对于水质改善趋势的评价,则往往是通过水质类别上升(或下降)来判断水质是否得到改善(或恶化),此方法在水体水质能否满足使用功能的判断上,确实具有简单、易操作等优点,但用于河涌综合整治水质评价则存在许多不足。主要表现在:

(1) 与人体直观感受存在差距。市区河涌的水体功能多是作为市民休闲娱乐的景观用水,其景观感受甚为重要。《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)中的 24 项基本项目除水温和粪大肠菌群外,其余均为化学指标,缺少贴近人体直观感受的评价指标(例如透明度)。

(2) 在水体水质类别未发生变化的前提下,现行评价体系未能体现同一水体不同时段的变化趋

势。水环境质量的改善是一个缓慢而又漫长的过程,当水中污染物浓度出现明显下降,但其下降幅度未能引起水质类别的改变时,利用现行水质评价方法就无法体现其改善趋势。

(3) 评价指标较多,难以直观、清晰的判断水质污染特征。现行评价方法的评价指标多达 24 项,评价一般以水质类别及主要污染指标作为结论,难以直观的指出水质污染是以生活类或是工业类污染为主。

2 评价体系建设思路

河涌综合整治水质评价体系的设计既要客观体现河涌综合整治前、后水质的改善情况,又要贴近市民的直观感受。因此,我们将水质表现及水质改善情况两方面结合起来进行综合分析评价。

水质表现评价指标是为了评价城市河涌水质是否已经消除黑臭现象而制定的、较为直观的指标,我们选定透明度和溶解氧 2 项指标,其优点是能够在一定程度上体现直观感受。同时,我们在对广州市历年水环境监测数据进行统计分析的基础上,选取主要污染物和特征污染物,引入生活类指标和工业类指标的概念,作为评价水质改善情况的参考指标。在评价工作中,我们以较为直观的表现评价指标为基础,结合水质改善参考指标,分析河涌综合整治前、后水质类别和综合污染指数的升降,力求全面、客观的综合评价河涌水质改善的效果。

具体建设思路见图 1。

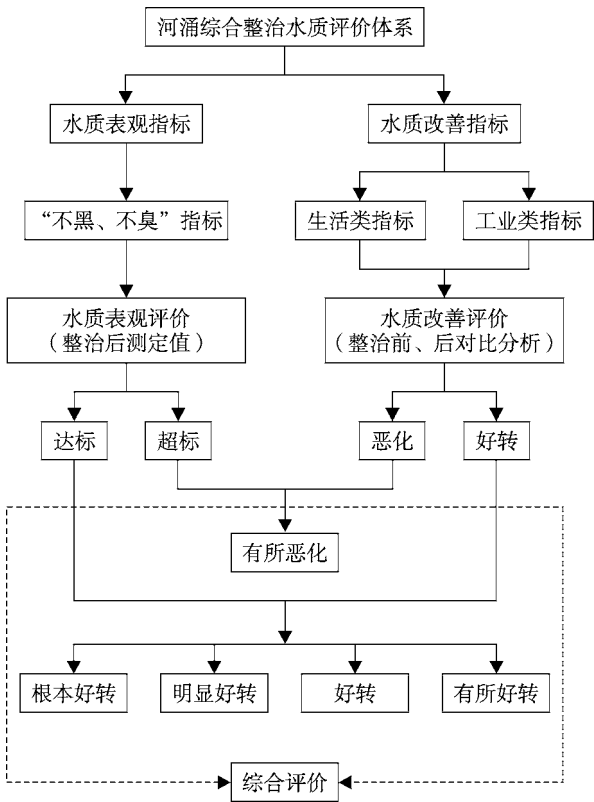


图1 广州市河涌综合整治水质评价体系建设框架

3 评价体系

3.1 评价标准及评价指标

3.1.1 评价标准

水质评价标准采用《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)。

3.1.2 评价指标

评价指标分水质表现评价指标和水质改善参考指标 2 大类共 10 项指标。具体如下：

水质表现评价指标：溶解氧、透明度 2 项；

水质改善参考指标：氨氮、总磷、化学需氧量、五日生化需氧量等 4 项生活类指标；氟化物、砷、六价铬、铅等 4 项工业类指标。

3.2 评价方法

河涌综合整治水质评价主要从水质表现情况以及水质改善情况 2 方面综合进行评价。

3.2.1 水质表现评价

根据水质监测结果进行判断，溶解氧≥2.0 mg/L 且透明度≥25 cm 即为达标。

3.2.2 水质改善情况评价

以 2010 年 6 月 30 日作为河涌整治前、后的时间节点，结合水质类别及综合污染指数变化情况，按“根本好转 / 根本恶化”、“明显好转 / 明显恶化”、“好转 / 恶化”、“有所好转 / 有所恶化”等 4 个等级，对河涌整治前、后水环境质量改善程度进行评价，见表 1。

表 1 河涌综合整治水质改善情况评价

水质变化情况	改善程度
整治后水质达到Ⅳ类或以上	“根本好转”
水质类别发生一级或多级变化时，或综合污染指数升高或降低的幅度大于 80%(含 80%)时	“根本好转”或“根本恶化”
综合污染指数升高或降低的幅度大于 30%(含 30%)，且小于 80%时	降低：“明显好转” 升高：“明显恶化”
综合污染指数升高或降低的幅度大于 10%(含 10%)，且小于 30%时	降低：“好转” 升高：“恶化”
综合污染指数升高或降低的幅度小于 10%时	降低：“有所好转” 升高：“有所恶化”

备注：1. 市区河涌水环境功能基本以景观和农灌为主，因此当河涌整治后水质达到Ⅳ类或以上时(表示水质已经优于水环境功能要求)，则水质改善等级直接列为“根本好转”；
2. 水质综合污染指数以《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)Ⅴ类水质标准限值作为参考进行计算。

3.2.3 综合评价

河涌整治水质综合评价是将水质表现情况及水质改善情况进行有机结合，综合考虑两者的评价结果，并按“显著改善”、“明显改善”、“有所改善”、“略有改善”和“有所恶化”等 5 个等级划分，以求客观、全面的体现河涌的整治效果。具体的综合评价方法，见表 2。

表 2 河涌综合整治水质综合评价

指标表述	综合评价
水质表现达标，且水质改善程度评价为“根本好转”	显著改善
水质表现达标，且水质改善程度评价为“明显好转”	明显改善
水质表现达标，且水质改善程度评价为“有所好转”或“好转”	有所改善
水质表现超标，但水质有改善	略有改善
水质表现超标，且水质有恶化	有所恶化

3.3 评价监测

制定统一的评价监测要求，从监测时间、监测布

点到监测工作的实施进行全过程的质量控制,有利于河涌综合整治水质评价结果的可比性。

3.3.1 确定监测范围

纳入综合整治的 121 条河涌(段)。

3.3.2 布设监测点位

监测点位的布设遵循以下 5 个原则:

- (1) 原则上统一在整治河涌(段)下游涌口处布点监测;
- (2) 每个监测点根据监测规范要求,采集退潮混合水样;
- (3) 河涌有 2 个感潮口的,则在 2 个涌口分别设点,取平均值进行评价;
- (4) 对于同一河涌有 2 个或以上整治工程的,统一在下游涌口处布点监测;
- (5) 设置有水闸的河涌,应在开闸状态下进行采样。

3.3.3 选定监测项目及监测频次

监测项目按照广州市河涌综合整治水质评价体系,选取溶解氧、透明度 2 项表观评价指标;氨氮、总磷、化学需氧量、五日生化需氧量等 4 项生活类特征指标;氟化物、砷、六价铬、铅等 4 项工业类特征指标。

监测时间节点以 2010 年 6 月 30 日为界,分为整治前和整治后 2 个时间段进行监测。

3.3.4 实施水质监测

为减少气象原因造成的影响,务求所有河涌测点在同一时间段(2~3 d)内完成现场采样。样品采集及保存严格按照《地表水和污水监测技术规范》(HJ/T91-2002)执行;样品分析方法执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)。

3.3.5 编制监测报告

监测报告包括以下简述水质评价和监测方法;分析河涌综合整治水质表观评价结果及水质改善情况;分析河涌水质污染特征(工业类或生活类);现场监测过程中发现的问题;其它说明;监测结果及评价结果表等。

4 评价体系应用

现以 A、B、C、D 等 4 个监测断面为例,利用广州市河涌综合整治水质评价体系进行整治前、后的水质综合评价,并与现行单因子评价法进行比较。具体监测数据见表 3,综合评价结果见表 4。

表 4 的评价结果显示,针对 A、B、C、D 等 4 个监测断面整治前、后的水质变化情况,按照单因子评价法进行评价,水质均属同一类别,无法体现其变化趋势;按广州市河涌综合整治水质评价体系进行评价,则可以很直观的描述其水质污染特征(以生活类污染为主)、水质改善情况,并且评价结论与人体感官感受有比较高的契合度。

5 结束语

广州市河涌综合整治水质评价体系已经在广州市污水治理及河涌综合整治工作中得到成功应用,其评价结果,不仅从监测数据上分析了广州市河涌水质的污染特征,科学反映了河涌水环境质量的改善情况,对治水的工作成效进行了客观评价,同时也在直观上更加贴近广大市民的感受,在实际应用中收到了良好的效果。

表 3 综合整治前、后水质监测结果 mg/L(透明度:cm)

断面	监测时间	表观指标		生活类特征指标				工业类特征指标			
		透明度	溶解氧	化学需氧量	五日生化需氧量	氨氮	总磷	氟化物	砷	铅	六价铬
A 断面	整治前	—	0.67	147	53.9	8.17	0.949	0.250	0.004 24	0.000 40	0.063
	整治后	50.5	3.51	< 10	2.2	3.37	0.255	0.470	0.002 85	0.000 08	0.002
B 断面	整治前	—	0.30	66.9	14.8	16.2	1.23	0.110	0.000 19	0.000 50	0.013
	整治后	34	2.11	20	5.4	5.86	0.350	0.370	0.003 20	0.000 18	0.002
C 断面	整治前	—	1.03	65.5	13.0	9.33	0.800	0.343	0.003 73	0.000 40	0.013
	整治后	37	2.24	46.5	13.2	7.40	0.820	0.365	0.002 05	0.000 23	0.002
D 断面	整治前	—	0.54	29.5	9.0	20.5	2.00	0.418	0.003 08	0.001 82	0.002
	整治后	17	0.95	52	14.9	9.64	1.28	0.360	0.003 10	0.000 20	0.002

表 4 综合整治前、后水质评价结果

断面	监测时间	水体现状 感官描述	按单因子评价法 评 价 结 论	按广州市河涌综合整治水质评价体系评价				
				生活类 指 标	工业类 指 标	表观指标 达标情况	综合污染 指数变幅	综合评价 结 论
A 断面	整治前	发黑发臭	劣 V 类	劣 V 类	V 类	—	-81.5%	显著改善
	整治后	较清澈、无味	劣 V 类	劣 V 类	I 类	达标		
B 断面	整治前	发黑发臭	劣 V 类	劣 V 类	I 类	—	-64.7%	明显改善
	整治后	较清澈、无味	劣 V 类	劣 V 类	I 类	达标		
C 断面	整治前	发黑发臭	劣 V 类	劣 V 类	I 类	—	-14.9%	有所改善
	整治后	微灰、无味	劣 V 类	劣 V 类	I 类	达标		
D 断面	整治前	发黑发臭	劣 V 类	劣 V 类	I 类	—	-35.7%	略有改善
	整治后	灰色、微臭	劣 V 类	劣 V 类	I 类	超标		

Establishment and Application of Water Quality Evaluation System for
Guangzhou River Comprehensive Improvement

Chen Hongzhan Wang Yujun Dong Tianming Zhang Qianhua

Abstract In recent years, river comprehensive improvement has been vigorously developing in Guangzhou, and river water quality evaluation is the important basis of the task. The existing problems in water quality evaluation method are analyzed, and the water quality evaluation system has been built for river comprehensive improvement.

Key words river improvement water quality evaluation system Guangzhou

++++++
(上接第 3 页)

联合会商专家向参加会商的省环保厅领导重点解释了“即使广州市采取了最严格的一级应急减排措施,但如果周边城市不减排,亚运开幕式空气质量不保”的基本观点。省环保厅领导在听取省、市联合专家会商意见后,当即带队前往东莞、佛山现场督查强化减排任务的实施情况。经省市联合行动,11 月 12 日天气晴好、大气能见度高、各项监测指标大幅度回落。省市高效快速的联防联控机制,对亚运会开幕式

期间空气质量迅速好转起到了至关重要的作用。
通过专家会商,向亚组委空气质量保障部和政府提出采取控制措施并实施,包括亚运前广州市及周边城市所做的在大量污染治理工作,使得在珠江三角洲大气污染扩散条件较差的不利条件下,总体空气质量没有出现严重恶化,确保了亚运会前所有测点空气质量达标。亚运期间的空气质量变化与空气质量预报结果非常一致,预报准确。

Application of the Ambient Air Quality Monitoring and Early Warning
System of Guangzhou in the Asian Games

Wang Shaoyi Zeng Yanjun Ju Hong Liang Guixiong

Abstract Taking the air quality monitoring safeguards during the 2010 Guangzhou Asian Games as an example, the ambient air quality monitoring and early warning system of Guangzhou are introduced, covering ambient air quality monitoring networks, air quality forecasting, early warning system, environmental quality consultation and regulations of relevant information publicity, etc. The monitoring practices to serve air quality requirements of the Games, provide an exemple for other cities in China and beyond in this regard.

Key words environmental air monitoring early warning system Guangzhou the Asian Games

突发性死鱼事件应急监测案例分析及实施要求

陈鸿展 张倩华

(广州市环境监测中心站, 广州 510030)

摘 要 介绍了 3 起突发性死鱼事件的应急监测案例,从现场调查、初步判断及监测指标选择、监测布点和采样、评价标准应用及综合分析报告等 5 个方面,提出简便快速的死鱼事件分类初判和应急监测的具体实施要求,为死鱼事件应急监测工作提供借鉴和参考。

关键词 环境监测 突发性 死鱼事件 应急监测

近年来,广州市辖区内突发性死鱼事件时有发生,而环境监测部门对死鱼事件的应急监测仍处于摸索阶段,尚未形成快速有效的监测程序和技术规范。本文通过对近期广州市发生的 3 起死鱼事件应急监测案例的分析,提出简便快速的突发性死鱼事件应急监测的具体实施要求,为日后的死鱼事件应急监测工作提供借鉴和参考。

1 死鱼事件的分类

突发性死鱼事件按其成因可分为 4 大类:①缺氧死鱼,此类死鱼事件是由于排入水中有机污染物大量耗氧,或是气温、气压等气象因素造成水体缺氧,导致鱼类窒息死亡;②化学中毒死鱼,此类事件是由于有毒污染物大量排放或人为投毒所造成;③富营养化死鱼,此类事件是由于水体爆发水华,有毒藻类大量繁殖,水体底层溶解氧迅速下降,导致鱼类在中毒和缺氧的双重作用下死亡;④鱼类疾病造成死鱼。

2 案例分析

2.1 案例 1

花都区某鱼塘短时间内出现鱼类大量死亡事件。事故鱼塘水呈浅黄色,死鱼大部分为草鱼、鳊鱼、鲢鱼和生鱼。事故鱼塘东侧为一水塘,水塘上游为某工业区的污水池,其中水塘与污水池之间的蓄水坝已冲塌;事故鱼塘南面与之相邻的另一鱼塘未发现死鱼现象。经现场调查,监测人员采集了死鱼样品进行解剖,同时在事故鱼塘、工业区下游水塘、对照

点鱼塘及工业区排污口共布设 4 个监测点,监测项目选取 pH 值、溶解氧、汞、镉、六价铬、砷、铅、镍、铜、锌、氰化物。

监测结果显示:鱼尾巴呈淡红色有血迹,鳃部呈灰白色,有大量粘液,内脏有淤血块;事故鱼塘和水塘水体中重金属和氰化物明显高于对照点鱼塘,并超过《渔业水质标准》(GB11607-89);鱼体形态特征及水质分析结果显示,本次死鱼事件具有较明显的急性化学中毒的症状。

2.2 案例 2

增城市某水库出现死鱼。水库水体呈铜绿色,有少量漂浮物,库面漂浮的死鱼数量不多,死鱼以鳊鱼、鲮鱼为主。监测人员在水库水厂吸水点、入库河涌涌口、水库中心、水库上游、水库下游 500 m 共布设 5 个监测点位,监测项目选取 pH 值、溶解氧、化学需氧量、高锰酸盐指数、氨氮、总氮、总磷、六价铬、铜、镍、总氰化物、阴离子表面活性剂、汞、镉、砷和挥发性有机物等项目,同时对水体中的藻类种类和密度总数进行分析。

监测结果显示:各监测断面氰化物、六价铬、镉等有毒有害指标均达到《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)Ⅲ类标准,挥发性有机物均未检出;水体表层溶解氧过饱和,最高达 9.98 mg/L, pH 值最高达 9.38,总氮与总磷比值最高达 58.1,具备富营养化特征;水库中浮游藻类总密度达到 10^8 个/L,已达富营养化水平,其中蓝藻为绝对优势种,所占比例超过 95%,蓝藻中有毒微囊藻为绝对优势,所占蓝藻

总数比例超过 70%。综上所述,本次死鱼事件是水库水质富营养化所造成。

2.3 案例 3

某河段凌晨出现死鱼现象。事发现场可见河水呈淡灰色,无浮膜,水面无异味,死鱼品种主要为鲤鱼、餐条、沙狗等底层鱼类。岸边靠水植物无异常,水体漂浮生物基本正常。经现场调查后,监测人员该河段上游、事发点、下游及沿程排入河涌共 7 个监测点,监测项目选取急性毒性检测、pH 值、溶解氧(地表水)、阴离子表面活性剂、氰化物、挥发酚、汞、铬、铅、镉、锰、铜、锌和镍。

监测结果显示:死鱼表观及鱼鳃正常,鱼体分泌物正常,无异味,鱼口张开,胸鳍向前伸展,鳍条发白;各监测点位重金属、氰化物、阴离子表面活性剂及 pH 值均达到《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)Ⅲ类标准,SDI 急性毒性检测显示水质正常;各监测点溶解氧均低于《渔业水质标准》(GB11607-89)标准的限值。综上所述,本次死鱼事件缺氧死亡特征明显。

3 死鱼事件的应急监测

突发性死鱼事件的成因异常复杂,其应急监测

的程序和具体实施要求需要在日常的工作中不断总结积累,以求形成更为完善的应对体系,更好的服务于应急监测的实际工作。

从以上的 3 起案例分析,突发性死鱼事件应急监测需重点把握现场调查、初步判断及监测指标选择、监测布点和采样、评价标准应用及综合分析报告等 5 个方面。

3.1 现场调查

现场调查是对死鱼事件进行初步判断的基础,调查务求内容详实,记录清晰。内容应包括现场气温、气压、水文水系情况、死鱼的范围、品种和持续时间、水体表观(包括颜色、气味、泡沫、漂浮物等)、周围污染源情况,并立即现场监测 pH 值和溶解氧。

3.2 初步判断及监测指标选择

死鱼事件类型的初步判断,是决定应急监测及时有效开展的重要因素。判定了死鱼事件的类型,也就决定了监测的指标和布点的原则。根据以上 3 起死鱼事件的应急监测经验,我们对各种死鱼事件的现场条件进行分析提炼,提出综合利用各种现场条件进行死鱼类型的初步判断,见表 1。

表 1 死鱼事件初步判断及监测指标选择

类型	现场条件	监测指标	
		通用指标	加测指标
化学中毒死鱼	① 死鱼品种较多,致死时间短 ② 小鱼的死亡比例较大鱼高 ③ 水体有特定气味或特定漂浮物 ④ 死鱼发生在一定的区域 ⑤ 溶解氧和 pH 值不一定有明显变化		氰化物、重金属、氰化物、砷、六价铬、酚、上下游企业的特征污染物、有机农药、挥发性有机物
富营养化死鱼	① 藻类大量繁殖 ② 表层溶解氧和 pH 值偏高、底层缺氧 ③ 大鱼的死亡比例较小鱼高 ④ 水体表观颜色鲜明(铜绿、红棕、黄褐)	pH 值、溶解氧、化学需氧量、高锰酸盐指数、氨氮、总磷、阴离子洗涤剂、石油类等,同时进行死鱼体表检查	透明度、叶绿素 a、总氮、藻类种类和密度;加测水体底层溶解氧
缺氧死鱼	① 死鱼品种多为底层鱼类或喜氧鱼类 ② 大鱼死亡比例较高,死鱼鱼嘴张大 ③ 水体有明显臭味 ④ 水体颜色呈黑色或灰白色		关注死鱼期间的气温和气压
鱼病死鱼	① 死鱼品种有一定的选择性 ② 死鱼体表一般有明显斑点、色印或痕迹 ③ 死鱼范围一般较大 ④ 溶解氧和 pH 值没有明显变化		生物解剖

3.3 监测布点及样品采集

(1) 死鱼事件应急监测点位的布设应服务于说清污染源及危害程度。一般应涵盖背景点、事发点、消减点、支流水质监控点、敏感点和企业排污口等 6 类点位。背景点应布设在未受事件影响的区域,一般布设在事发水体上游,用于掌握环境本底情况;事发点一般布设在死鱼发生的水域,用于分析造成死鱼事件的原因,以及污染的程度;消减点一般布设在死鱼水体下游,并可根据实际情况布设 3~5 个点位,用于评价死鱼事件的影响范围和程度;支流监控点一般布设于死鱼水体上游汇入支流河口,用于排查污染源;敏感点一般布设在饮用水源吸水点、农业灌溉水域等环境敏感点,用于评估事件对重点水体的影响;企业排污口具体视事发点周围污染源的分布情况确定,用于死鱼事件的污染排查和责任追究。

(2) 样品的采集按照《地表水和污水监测技术规范》(HJ/T91-2002)进行,做到及时、迅速;应视死鱼事件类型和死鱼品种的生活习性,采集表层、中层和底层样品(特别是溶解氧);对于需分包的样品,应采用规范的采样方法和样品保存方法,确保分包样品的完整性和分包数据的准确性;采样记录应及时完善,确保监测数据的法律效力,为事件的后续处理、责任追究、处罚处置等数据应用提供保障。

3.4 评价标准的应用

监测结果的评价要根据不同的水体类型选择不同的评价标准。江河、水库等水体水样应采用《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)进行评价;鱼塘、养殖场等渔业水体水样应采用《渔业水质标准》(GB11607-1989)进行评价;企业排污口废水样品应采用国家、地方的污染物综合排放标准或行业污染物排放标准进行评价。

3.5 综合分析报告

死鱼事件的综合分析报告一般包括现场情况、监测布点情况、监测结果及分析、结论及建议等 4 个部分。

(1) 现场情况。内容应包括死鱼事件发生的时间、地点、水系情况、水体表面、死鱼范围、品种、鱼体表面、个体大小、数量、污染源现场调查情况;

(2) 监测布点情况。主要描述监测点位的具体位置,布设的点位数量以及监控的水域;

(3) 监测结果及分析。包括水质分析结果、藻类分析结果、鱼体毒物残留和解剖结果,以及相对应的综合分析评价;

(4) 结论及建议。确定死鱼事件的成因、污染源、水环境质量状况、污染源排污情况以及相关的处理处置建议。

综合分析报告还应附上详细的监测数据、监测点位示意图以及现场照片等。

Case Analysis of Emergency Monitoring in Sudden Fish-death Incident

Chen Hongzhan Zhang Qianhua

Abstract Three cases of emergency monitoring for sudden fish-death incident are discussed.

Key words environmental monitoring sudden incident fish-death incident emergency monitoring

广州亚运空气 100%优良

亚运期间,广州市环境监测中心站通过 18 个子站组成广州亚运空气质量监测网,每天开展全市空气质量信息和未来 12、24、48、72 h 空气质量预报信息发布和预警等各项工作。据统计,亚运期间,广州市空气质量优良比例达 100%,18 个主要监测点每天监测结果均符合国家环境空气质量二级标准。

广州市环境监测中心站在亚运大型活动水域、亚运涉水竞赛项目水域、亚运景观用水水域、集中式饮用水源地及跨

境河流等 5 类水域共布设 43 个监测点、监测近 30 个项目,开展水环境质量监测共出动 1 000 多人次,车辆 500 余次,监测船 100 余次,总行程 3 万多 km,报送各类报告 208 份,出具超过 2 万个水环境监测数据。该站具体组织落实水环境质量保障省、市专家联合会商工作,共组织了 37 次省、市专家联合会商,为亚运会水环境质量保障工作提供了大量科学、有效的指导意见。亚运期间全面实现了水环境质量保障目标。

摘自《广州日报》2011-05-08(A12)

增城市典型行业化学品使用调查

曾燕君 陈炳基

(广州市环境监测中心站, 广州 510030)

摘 要 化学品的使用会对周边环境,特别是水环境,带来一定的潜在污染风险。增城市是一个经济较发达,水系较复杂的城市,为保护其水环境,特对其工业、农业和生活源等典型行业所使用的化学品进行调查,希望由此提出一些保护水环境的建议。

关键词 典型行业 化学品 调查 增城市

国家正在开展科技专项《水体污染控制与治理》,该专项河流主题的第八课题的子课题由广东省环境监测中心为调查组长单位,我站为成员单位,工作内容主要是开展东江流域化学品使用情况的调查,并提出相关建议。

1 调查概况

1.1 调查范围

增城市的调查范围包括工业源、农业源和生活源 3 个方面。其中工业源调查的行业主要为印染(纺织)、造纸(印刷)、化工等 3 个主要工业行业。

1.2 调查内容

于工业源主要调查其原辅材料中主要化学品的使用情况。

农业源主要调查农业源的氮、磷化肥的使用量、农药的使用量、水产品和禽畜养殖抗生素的使用情况。

生活源主要调查前 50 种人用常用药物的使用量。

2 增城市概况

2.1 自然环境和社会概况

增城市位于广东省南部,辖中新、石滩等 6 个镇和荔城、增江等 3 个街道,总面积约 1 656.87 km²。增城市属东江水系,地表水资源丰富。增城市 2009 年经济保持平稳较快增长,全年完成生产总值 574.34 亿元,比上年增长 14.3%。

2.2 污染排放情况

印染(纺织)、造纸(印刷)、化工是增城市主要的

三大工业行业,其中印染业是增城最重要产业之一。2009 年,全市纺织服装业完成工业产值 262.51 亿元,占规模以上工业产值比重的 25.45%。

2009 年列入增城环统的企业的工业废水排放量为 6 598.46 万 t,占全市排放总量 25.36%,排放化学需氧量为 6 158.76 万 t、氨氮为 202.39 万 t,占全市各行政区域废水污染物排放等标污染负荷 23.29%,均为各行政区域之首。

3 化学品使用调查情况

本次调查主要围绕增城市工业源、生活源和农业源进行,工业源化学品主要为工业原料,生活源化学品主要为药物,农业源化学品主要为化肥和农药。其中工业企业资料主要来源于广州市 2009 年环境统计手册和广州市 2009 年污染源普查统计系统。

3.1 典型行业化学品使用汇总情况

根据对增城市的工业、农业、生活污染源的化学品使用的调查和统计,在工业使用领域,化学品使用种类共有 32 类,使用量最大是次氯酸钠,其次为氯化钠;在农业使用领域,化学品种类共有 31 种,其中使用量最大的是生石灰,其次为有机肥;在生活使用领域,化学品种类共有 50 种,使用量最大的是 0.9%氯化钠注射液,其次为 5%葡萄糖注射液。3 种行业截取前 30 种化学品从大到小的排序见表 1。

4 调查行业污染治理情况

增城市工业行业污染治理工艺共 4 种,分别为化学处理法、生物处理法、物理处理法、组合工艺(物化

表 1 工业、农业和药业用化学品(化学名)调查使用量排序

序号	工业用 化学品	农 业 (农药和化肥) 化学品	药业化学品
1	次氯酸钠	生石灰	0.9%氯化钠注射液
2	氯化钠	有机肥	5%葡萄糖注射液
3	氢氧化钠	漂白粉	1.5%腹膜透析液
4	丙烯酸丁酯	烧碱	2.5%腹膜透析液
5	硫酸钠	复合肥	硫酸铝口服混悬液
6	苯乙烯	敌百虫	复方氯化钠注射液
7	醋酸乙烯酯	乐果	复方氨基酸注射液(18AA)
8	碳酰胺	丁草胺	0.9%葡萄糖氯化钠注射液
9	二甲苯	磺胺类药	乳酸钠林格注射液
10	连二亚硫酸钠	苯胺灵	转化糖注射液
11	硫化钠	磷肥	小儿复方氨基酸注射液 (18AA)
12	磷酸	氮肥	次氯酸钠溶液
13	钾磷酸盐	碘消毒药	甲硝唑注射液
14	丙烯酸树脂	敌百虫	聚维酮碘溶液
15	环氧乙烷	辛硫磷	医用酒精
16	过氧化氢	高锰酸钾	甘露醇注射液
17	聚乙烯醇	毒死蜱	维生素 C 注射液
18	乙二酸	钾肥	果糖注射液
19	碳酸盐	吡虫啉	果糖二磷酸钠注射液
20	酵素	克百威	奥扎格雷钠氯化钠注射液
21	醋酸异丁酯	硫酸铜	柠檬酸溶液
22	正异构烷烃 的混合物	溴氯海因粉	利巴韦林注射液
23	二乙烯三胺	高锰酸钾	氨甲环酸氯化钠注射液
24	氯化氢	菌虫清	注射用头孢呋辛钠
25	甲苯	板蓝根末	氨甲环酸氯化钠注射液
26	硅酸镁	克菌灵	替硝唑注射液
27	乙酸乙酯	乙草胺	聚明胶肽注射液
28	乙酸丁酯	二氯异氰尿酸	琥珀酰明胶注射液
29	醇酸树脂	氟虫腈	注射用克林霉素磷酸酯
30	硫酸	涕灭威	盐酸倍他司汀氯化钠注射液

+生化)处理法,化学处理法使用企业有4家;生物处理法的企业有12家;物理处理法的企业有3家;组合工艺处理法的企业有36家。4种工艺中,组合工艺处理法使用最多的,年废水排放量也最大;使用最少是物理处理法,年废水排放量最少的是化学处理法。

5 化学品使用系数计算

5.1 工业源化学品使用系数

调查主要对增城市的印染和化工两大行业进行使用系数测算。通过对上述两个行业所使用的化学品的年用量,以及产品的年生产量,按下面公式计算产品单耗系数。

产品单耗系数 = 化学品年用量 / 产品年生产量

对于印染(纺织)行业,产品单耗系数最大的依次是氯化钠,硫酸钠,次氯酸钠。对于化工行业,产品单耗系数最大的依次是丙烯酸树脂、钾磷酸盐、磷酸。

5.2 生活源化学品使用系数

通过药品的年用量,以及增城市的人口数目,按下面公式计算产品单耗系数。

人用药系数 = 人用药年用量 / 人口数目

增城市 2009 年全市户籍人口 83.36 万人。人用药化学品主要有 50 种,其单耗系数最大(前 5 位)的依次是 0.9%氯化钠注射液、5%葡萄糖注射液、1.5%腹膜透析液、2.5%腹膜透析液、硫酸铝口服混悬液。

5.3 农药、化肥和水产养殖化学品使用系数

(1) 通过农药的年用量,以及增城市的耕地面积,按下面公式计算产品单耗系数。

农药系数 = 农药年用量 / 耕地面积

增城市 2009 年耕地面积为 18 km²。农药有 12 种,其单耗系数最大的排序是敌百虫、乐果、丁草胺。

(2) 通过化肥的年用量,以及增城市的耕地面积,按下面公式计算产品单耗系数。

化肥系数 = 化肥年用量 / 耕地面积

化肥主要有 5 种,其单耗系数最大的排序是有机肥、复合肥、磷肥。

(3) 通过水产养殖化学品的年用量,以及增城市的鱼塘总规模,按下面公式计算产品单耗系数。

水产养殖化学品系数 = 水产养殖化学品年用量 / 鱼塘总规模

增城市 2009 年鱼塘总规模为 33 784.5 t。水产养殖化学品主要有 10 种,其单耗系数最大的排序是生石灰、漂白粉、敌百虫。

在增城市印染(41 家)、化工(14 家)和造纸(7 家)共 62 家企业中,有 4 家企业废水接纳水体属于新塘水厂饮用水源二级保护区(新塘水厂饮用水源为东江刘屋洲),其余属新塘水厂饮用水源准保护区。广州

市环境监测中心站在 2008~2010 年连续 3 a 对东江北干流刘屋洲饮用水源吸水点进行地表水 109 项全分析,项目包括农药类等多种指标,结果全部符合地表水环境质量Ⅲ类标准。

6 总结和建议

6.1 总结

(1) 化学品使用基本安全,未对水环境造成较大影响。从增城市化学品使用情况可知,使用量最大的主要是次氯酸钠、氯化钠、氢氧化钠等毒性不大易于处理的化学品;同时绝大部分企业都采用了污染治理设施,特别是深度的处理工艺。另外从水质监测结果分析,近几年东江水质监测数据未见异常,亦从未发生因化学品污染导致的污染事故,2008~2010 年连续 3 a 109 项全分析结果全部符合标准要求。因此,从东江的水环境质量上看,增城市化学品使用总体基本安全。

(2) 污染治理情况较好,仍需提高综合治理水平。绝大部分企业采用了污染治理设施,绝大部分是生物处理法或组合工艺(物化+生化)处理法等深

度的污染治理设施,达到了较好的效果。但化学品种类繁多,如果治理不当,会对水环境造成一定影响,破坏生态环境,特别是对毒性较强的化学品,要加强管理,同时要有相应的废水综合处理手段,确保企业各类化学品废水排放指标达到国家排放要求。

6.2 建议

(1) 加强农业管理。农业迅速发展对水环境的影响日益明显,尤其是农用化肥量和农药的增长,再加上农户环保意识淡薄,缺乏有效的污水处理设施,农业污染不容忽视。建议加强农业面源管理,禁止在饮用水源保护区内进行规划化畜禽养殖;鼓励和提倡使用易降解的绿色化肥和农药,禁止使用难降解和已受限制的化肥和农药。

(2) 加强对印染行业的监管。增城市印染行业发展较快,行业规模较大。由于该行业使用较多化学品,虽均采用污染治理设施,但污染的潜在风险较大。因此相关部门要继续强化对印染行业的监测和监督,开展执法检查,清理整顿违法违规企业,确保印染行业在做好相关污染治理的前提下发展。

Investigation on the Chemicals Usage in Representative Industries of Zengcheng City

Zeng Yanjun Chen Bingji

Abstract The usage of chemicals in a large amount may result in environmental pollution, especially the aquatic environment pollution. Zengcheng is a prosperous city with a crisscross network of rivers. In order to make suggestion on the protection of the aquatic environment, the chemicals used in the manufacturing industry, agriculture, and sullage treatment have been investigated in Zengcheng.

Key words representative industries chemicals usage investigation

推动穗澳环保合作,发展环保低碳城市

以“绿色机遇—低碳城市发展”为主题的“2011 年澳门国际环保合作发展论坛及展览”3 月 31 日上午在澳门拉开帷幕,澳门特区行政长官崔世安、国家环境保护部宋小智副司长及德国前副总理、前外交部部长约施卡·菲舍尔等出席了开幕典礼。

本届展会设立了泛珠三角省/区展区、欧洲馆、美国展区及国际展区,并特设绿色建筑、电动车、低碳城市及清洁能源等 4 个主题展馆。展览内容主要包括再生能源、绿色交通、能

源效益及环境保护等,其中涵盖了绿色产业的重要项目,包括环保建材、废物处理、水资源保护、太阳能、风能、电动车及混能车、建筑技术等。

应澳门环境保护局局长张绍基先生的邀请,我局杨柳副局长率广州代表团参加了论坛开幕式,广东新大禹环境工程有限公司、广州茵绿环境科技发展有限公司、广州市现代环境防治工程及信息研究中心、广州市虎头电池集团有限公司等企业参加了本次展览。

市环保局政策法规处

探析 FH-62-C14 颗粒物监测仪测量维护要点

钟华恩

(广州市环境监测中心站, 广州 510030)

摘 要 本文着重介绍美国赛默飞世尔公司生产的 FH-62-C14 颗粒物监测仪的测量原理,并针对使用和维护中容易出现故障,介绍使用及维护方法和要点,并通过经典重量法与 FH-62-C14 β 射线颗粒物监测仪进行测量均值比对,验证了设备维护的效果,为环境监测工作者提供应用及维护方面的参考,以获得更加准确的监测数据。

关键词 颗粒物监测仪 $PM_{2.5}$ 原理 维护

珠江三角洲是我国灰霾严重地区之一。广州市是珠三角的中心,灰霾出现较为频繁。形成灰霾的主导因素很多,其中对形成灰霾有重要贡献的污染物包括 VOCs、臭氧、氮氧化物、 $PM_{2.5}$ 等,而 $PM_{2.5}$ 是灰霾天气形成的主要因素之一。 $PM_{2.5}$ 是指大气中空气动力学直径小于或等于 $2.5\ \mu m$ 的颗粒物,因其颗粒极小而能被人体吸入,也称为可入肺颗粒物,对人体健康和大气环境质量及能见度的影响极大,故 $PM_{2.5}$ 已被国家列入灰霾主要监测项目之一。

2008 年,广州市环境监测中心站被列入国家灰霾监测试点单位后,2009 年,该站按照国家环境监测总站的要求,建立了灰霾监测试点实验室,对形成灰霾有重要贡献的 VOCs、臭氧、氮氧化物、 $PM_{2.5}$ 等多个污染物进行监测,其中该站灰霾监测试点实验室购置了美国赛默飞世尔公司 FH-62-C14 环境颗粒物监测仪对环境空气的 $PM_{2.5}$ 进行监测。经过 1 a 多的运行和使用,目前该仪器运行良好。同时积累了一些使用和维护经验,本文对 FH-62-C14 环境颗粒物监测仪的测量原理、使用及维护经验作简单的介绍,以供同行借鉴。

1 测量原理

FH-62-C14 环境颗粒物监测仪(见图 1)采用 β 射线衰减原理,通过一个恒定流量将环境空气的颗粒物累积到纤维滤带的一个已知区域,连续监测 $PM_{2.5}$ 质量浓度。

FH-62-C14 环境颗粒物监测仪实现了对环境

空气中颗粒物的实时连续测量,与前代产品 1 h 出 1 个测量值相比,性能有了明显的提高。其次,还可直接测出大气尘粒样品中的 α 尘粒污染,排除环境空气中氡气衰变后子核素中的负质量人工产物,以达到对质量的准确测量。



图 1 FH-62-C14 环境颗粒物监测仪

FH-62-C14 比例探测器对通过采样系统的悬浮颗粒的 α 放射性非常敏感。附加 α 计数率可用于测量氡气的存在以及推断氡气的子核素。这些子核素会产生很小的 β 辐射,影响正常测量。因此,在测量氡气的天然 α 放射性时,要从计数率中减去子核素发射的定量 β 干扰,以使仪器的质量测量值更加

准确。FH-62-C14 采取分别测定 α 尘粒的天然放射性,同时消除误差的方法,在周围尘粒浓度较低时可以提供更稳定的读数。

颗粒物质量浓度根据计算公式(1)计算:

$$M_R = F_{CAL} \times \ln(R_0 / (R_1 - F_{R1/R2} \times (R_2 - R_{02}))) \quad (1)$$

其中:

M_R ——装载质量, μg ;

R_0 ——没有滤带时的 β 射线背景计数率, 1/s;

R_1 ——有滤带时在门槛 $S1=60$ mv 以上的 β 总计数率;

F_{CAL} ——质量校正系数, μg ;

$F_{R1/R2}$ —— β 计数率与 α 计数率的比值;

R_2 ——在门坎 $S2=3750$ mv 以上的总 α 计数率;

R_{02} —— α 射线背景计数率。

2 使用维护要点

FH-62-C14 环境颗粒物监测仪在性能及使用方面较前代产品 Thermo 650 β 射线环境颗粒物监测仪有明显提高,正确的使用及适当的维护能确保仪器的连续稳定运行,保证灰霾监测数据的正确性,提升灰霾监测的能力。通过日常的使用维护,总结归纳有以下 5 项使用维护要点。

2.1 日常校准

按照环境空气质量自动监测技术规范要求^[2],自动监测系统维护人员必须定期对颗粒物监测仪器进行流量校准。流量校准是对仪器正常运行监测的基本要求,直接决定了监测数据的准确性。在对 FH-62-C14 环境颗粒物监测仪进行流量校正前,必须先使用经检定合格的温度计和压力计对采样头温度传感器、滤带上方的温度传感器、滤带下方的温度传感器及环境压力传感器进行校准。在进行流量校准时,要注意切勿堵塞气路,否则容易损坏膜片。

2.2 定期清洗采样器

FH-62-C14 环境颗粒物监测仪采样头、 $\text{PM}_{2.5}$ 切割器、采样管等多个气流经过的部件必须每 3 个月进行一次清洗,在清洗过程中一般使用清水对部件

进行清洗,然后用洁净棉布擦干。采样头、 $\text{PM}_{2.5}$ 切割器部分可能会积累较多灰尘及一些难以擦除的污迹,注意不能使用硬物刮表面污渍,使用无水酒精可以很好将污迹去除。必须将采样头、 $\text{PM}_{2.5}$ 切割器、采样管的各个零部件解拆,将里面的灰尘彻底清理干净,否则会样品气体受阻,引起测值偏低。

2.3 管路检查

FH-62-C14 环境颗粒物监测仪采样头、 $\text{PM}_{2.5}$ 切割器、采样管的污染、堵塞、漏气对正常采样值有很大影响。除定期对气路部分进行清洗以外,还有每 3 个月对气路气密性进行检查,在仪器正在稳定运行时测试样品入口流量与仪器面板是否一致。在拆装气路零部件的时候必须检查密封胶圈和垫圈是否有裂纹,对密封胶圈涂查少量的硅脂,有利于保持胶圈密封性。

此外,监测仪在日常操作中会经常涉及到气路,如清洗气路采样管采样头、校准流量等操作过程中容易人为地把仪器的进气口堵住。必须切记勿使采样泵和进气口受堵,因为设备有非常易损的膜片。如果在采样泵工作时进气口受堵,膜片和探测窗口极易损坏,引起较严重的损失。所以在不使用仪器或者运输仪器的过程中,必须给进气口套上可透气的特氟龙盖,保证突然开启仪器时气路的畅通。

2.4 滤带更换

FH-62-C14 环境颗粒物监测仪滤带的使用寿命有了大幅度提高。FH-62-C14 在缺省情况下,单一滤点可以 24 h(可调节)不间断地积累样本,在 24 h 结束后自动进带更换滤点。由于使用的滤带是每 24 h 进行一次进纸操作,一卷 42 m 长的滤带可测量 800~900 个测量点,但在高浓度的情况下,滤带消耗会较快,因此较难确切给出滤带的更换周期。根据我们的使用经验,一卷滤带可以使用 1 年半左右的时间。与前代产品大概可以使用 3 个月时间相比,FH-62-C14 在滤带使用时间方面有了明显的进步,大大减少滤带的使用量和人员工作量。滤带的安装步骤如图 2 所示。

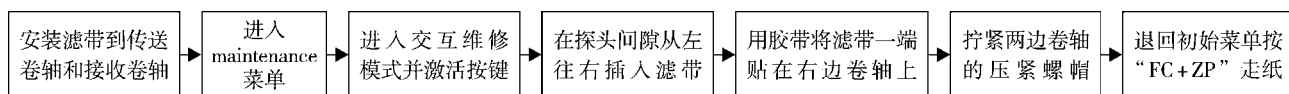


图 2 更换滤带步骤

在更换滤带过程中,容易忽略的是安装滤带到传送卷轴和接受卷轴后压紧螺帽这个步骤,如没压紧螺帽,会出现滤带打滑的情况,导致仪器报错或测值错误。另外,还要注意滤带必须毛面向上,否则颗粒物样品较难积累,导致测值偏低。

2.5 更换抽气泵泵膜

更换泵碳膜片的操作厂家建议每年进行。但根据我们的实际使用情况,膜片使用寿命较长,在保证采样流量正常的情况下可以 3~5 a 才进行更换,节省监测经费。在更换泵膜的时候要注意需在户外进

行,错误的操作可能会使碳颗粒进入空气中造成附近的电子设备短路损坏,可用一软气管吹掉轮叶上的碳尘。

3 维护前后对比

在进行 FH-62-C14 的维护前后,我们均使用了经典的重量法与 FH-62-C14 β 射线颗粒物监测仪进行了 5 d 的 24 h 均值的比对。重量法使用了 rp2300 大气颗粒物采样器及百万分之一天平进行。具体数据如表 1 所示。

表 1 FH-62-C14 与重量法比对							mg/m ³
		第 1 d	第 2 d	第 3 d	第 4 d	第 5 d	平均相对偏差
维护前	重量法	0.052	0.045	0.048	0.063	0.066	
	FH-62-C14	0.046	0.042	0.042	0.056	0.058	-10.8%
	相对偏差	-11.5%	-6.7%	-12.5%	-11.1%	-12.1%	
维护后	重量法	0.064	0.060	0.062	0.051	0.055	
	FH-62-C14	0.062	0.059	0.059	0.050	0.052	-3.4%
	相对偏差	-3.1%	-1.7%	-4.8%	-2.0%	-5.5%	

根据表 1 数据可见,FH-62-C14 颗粒物监测仪 $\text{PM}_{2.5}$ 的测值均低于经典的重量法测值,在进行仪器维护之前尤为明显,主要是因为采样头、 $\text{PM}_{2.5}$ 切割器、管路的污染造成,及仪器长时间使用温度传感器、压力传感器、流量的漂移所引致的。在进行了上文所提出的要点对 FH-62-C14 颗粒物监测仪进行维护之后,仪器管路畅通,各传感器测值及仪器整体性能有所提高,相对偏差百分比均有所缩小,仪器 24 h 测值与经典重量法测值更加接近。

4 结语

2009 年 9 月,广州灰霾监测试点实验室站通过

验收,目前已经稳定运行 1 a 多时间。FH-62-C14 作为新一代的 β 射线颗粒物监测仪,运行情况良好,能够很好地胜任 $\text{PM}_{2.5}$ 的监测需求。根据我们监测情况及仪器使用、维修等工作总结了 FH-62-C14 颗粒物监测仪一些特性及维护注意事项,希望本文能对广大的环境监测仪器维护人员提供参考。

5 参考文献

[1] 中国气象局. 地面气象观测规范 (QX/T45-2007)/ 中华人民共和国气象行业标准[S]. 北京:中国标准出版社,2007.
[2] 国家环境保护总局. 环境空气质量自动监测技术规范 (HJ/T193-2005)/ 中华人民共和国环境保护行业标准[S]. 北京:中国环境科学出版社,2006.

Maintenance of the Particulate Matter Monitor FH-62-C14

Zhong Huaen

Abstract The maintenance of air particles matter monitor (FH-62-C14) is discussed.

Key words environmental monitoring haze particles monitor maintenance

城市饮用水源水质健康风险评价

刘秀平

(广州环境保护产业协会, 广州 510030)

摘 要 应用健康风险评价模型对广东省某河段饮用水源地水质进行健康风险评价。结果表明, 化学致癌物是该饮用水源地的主要污染物; 化学致癌物的健康风险大小顺序为 $\text{Cr}^{6+} > \text{As} > \text{Cd}$, 优先控制污染物为 Cr^{6+} ; 化学致癌物的健康风险超过国际辐射防护委员会(ICRP)推荐的最大可接受限值, 并且远远超过非致癌物所致的风险; 非致癌物的健康风险大小顺序为 $\text{Pb} > \text{F} > \text{NH}_3\text{-N} > \text{CN} > \text{酚}$ 。研究结果确定了该水源地水质健康风险值、污染物的优先控制顺序。

关键词 饮用水源 健康风险评价 化学致癌物

目前我国水环境污染形势较为严重, 饮用水源地安全受到威胁, 居民的饮水安全及其健康风险评价备受关注。环境健康风险评价作为一种新的环境评价方法^[1]逐渐成熟, 对以前健康危害评价只停留在污染物浓度描述上的做法进行了改进, 它以风险度作为评价指标, 把环境污染与人体健康联系起来, 将污染物对人体、动物、生态系统造成损害的可能性和影响程度进行量化处理。健康风险评价, 目前主要用于评价各种气、液态物质对人体健康的危害程度, 在水环境污染对人体健康危害的风险方面研究较少。然而, 即使饮用水中污染物浓度很低, 健康风险程度很小, 长期的低剂量暴露也会对人体健康产生严重的危害^[2]。本文依据环保部门提供的 2005~2010 年水质监测数据, 研究广东省某地表水源地河段水质的健康风险程度, 利用健康风险评价模型定量计算该水源地水质的健康风险值, 确定水体中污染物的主次关系, 为水源地水质健康风险管理提供科学依据。

1 健康风险评价数学模型

本文采用美国环保局推荐的健康风险评价模型。国际癌症研究机构(IARC)通过全面评价有毒化学物质致癌性可靠程度而编制的分类系统中, 将污染物分为基因毒性物质和躯体毒性物质, 前者包括属于 1 组和 2A 组的化学致癌物质和放射性污染物, 后者为非致癌化学有毒物质^[3]。在国外已经实行的环境健

康风险评价中, 主要根据上述标准对污染物质进行划分, 然后评价。根据污染物对人体产生的健康危害效应, 以及大量经饮水途径的有毒物质的风险度研究结果, 建立了不同性质的健康风险数学模型^[4,5]。

1.1 化学致癌物风险度模型

环保部门提供的水质监测数据表明该河段未检测出放射性污染物质, 本文仅考虑化学致癌物。化学致癌物经饮水途径所致的平均个人健康风险度计算模型为:

$$R_i^c = [1 - \exp(-D_i q_i)] / 70 \quad (1)$$

$$R^c = \sum R_i^c \quad (2)$$

$$D_i = 2.2 \times C_i / 70 \quad (3)$$

式中: R_i^c 为化学致癌物 i 经饮水途径的平均个人致癌年风险度, a^{-1} ; R^c 为化学致癌物综合风险度, a^{-1} ; D_i 为化学致癌物 i 经饮水途径的单位体重日均暴露剂量, $\text{mg}/(\text{kg} \cdot \text{d})$; q_i 为化学致癌物 i 经饮水途径的致癌系数, $\text{mg}/(\text{kg} \cdot \text{d})$; 式(1)中的 70 为人平均寿命, a ; 式(3)中的 2.2 为成人每日平均饮水量, L ; C_i 为化学致癌物 i 的浓度, mg/L ; 式(3)中的 70 为成人平均体重, kg 。

1.2 非致癌物风险度模型

非致癌污染物通过饮用水途径所致平均个人健康风险度计算模型为:

$$R_i^n = (D_i / D_{if}) \times 10^{-6} / 70 \quad (4)$$

$$R^n = \sum R_i^n \tag{5}$$

式中： R_i^n 为非致癌物 i 经饮水途径的平均个人健康风险度, a^{-1} ； R^n 非致癌物为综合风险度, a^{-1} ； R_i^n 为非致癌物 i 经饮水途径的单位体重日均暴露剂量, $mg/(kg \cdot d)$, 由式(3)计算； D_{iRf} 为非致癌物 i 经饮水途径参考剂量, $mg/(kg \cdot d)$ ；70 为人平均寿命, a 。

以上饮用水源中污染物平均个人健康风险度计算模型为健康风险评价的基本模型。在实际应用中, 不同地区要根据污染物种类及浓度、成人每日饮水量、人均寿命、人均体重等因素对模型进行适当改进。

1.3 评价模型参数确定

根据国际癌症研究机构(IARC)和世界卫生组织(WHO)对化学致癌物编制的分类系统, 通过分析该河段 2005~2010 年水质监测数据可知, 此水源地中化学致癌物主要是镉(Cd)、砷(As)和六价铬(Cr^{6+}), 非致癌物主要是铅(Pb)、氰化物(CN)、氨氮(NH_3-N)、酚和氟化物(F)。水体中有机物主要是以 BOD 来表示的, 没有检测出具体化学物的名称及含量, 本文只对化学致癌物和非致癌物进行风险评价, 评价模型

中化学致癌物致癌系数(饮水途径)见表 1, 非致癌物参考剂量(饮水途径)见表 2^[6]。但是, 水体中有机物对人体的健康危害, 尤其是痕量有机物产生的健康危害不能忽视。

表 1 化学致癌物致癌系数 q_i (饮水途径) $mg/(kg \cdot d)$

化学致癌物	Cr^{+6}	As	Cd
q_i	41	15	6.1

表 2 非致癌物参考剂量 D_{iRf} (饮水途径) $mg/(kg \cdot d)$

非致癌物	NH_3-N	酚	F	CN	Pb
D_{iRf}	9.7×10^{-1}	1.0×10^{-1}	6.0×10^{-2}	3.7×10^{-2}	1.4×10^{-3}

2 健康风险计算与评价

2.1 健康风险计算

根据 2005~2010 年该饮用水源水质监测数据, 健康风险评价模型和参数, 计算出该水源地 2005~2010 年经饮水途径, 化学致癌物和非化学致癌物造成的平均个人健康风险度和综合风险度, 计算结果分别见表 3、表 4。

表 3 化学致癌物平均个人健康风险 R_i^c 和综合风险度(饮水途径) a^{-1}

化学致癌物	2005 年	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年
Cr^{6+}	3.57×10^{-4}	2.71×10^{-4}	3.14×10^{-4}	2.14×10^{-4}	1.43×10^{-4}	2.00×10^{-4}
As	4.29×10^{-5}	2.86×10^{-5}	2.86×10^{-5}	1.43×10^{-5}	1.43×10^{-5}	1.43×10^{-5}
Cd	1.43×10^{-5}	1.43×10^{-5}	1.43×10^{-5}	1.43×10^{-5}	1.43×10^{-5}	1.43×10^{-5}
综合风险度	4.14×10^{-4}	3.14×10^{-4}	3.57×10^{-4}	2.43×10^{-4}	1.72×10^{-4}	2.29×10^{-4}

表 4 非致癌物平均个人健康风险度 R_i^c 和综合风险度(饮水途径) a^{-1}

非致癌物	2005 年	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年
NH_3-N	7.86×10^{-11}	7.86×10^{-11}	5.55×10^{-11}	5.55×10^{-11}	3.70×10^{-11}	4.62×10^{-11}
酚	1.12×10^{-11}	1.12×10^{-11}	1.08×10^{-11}	8.99×10^{-12}	8.99×10^{-12}	8.99×10^{-12}
F	2.55×10^{-9}	1.87×10^{-9}	2.02×10^{-9}	2.02×10^{-9}	1.72×10^{-9}	1.65×10^{-9}
CN	2.43×10^{-11}	2.43×10^{-11}	3.64×10^{-11}	2.43×10^{-11}	2.43×10^{-11}	2.43×10^{-11}
Pb	2.56×10^{-9}	2.63×10^{-9}	2.56×10^{-9}	2.50×10^{-9}	2.50×10^{-9}	2.41×10^{-9}
综合风险度	5.22×10^{-9}	4.61×10^{-9}	4.97×10^{-9}	4.56×10^{-9}	4.29×10^{-9}	4.14×10^{-9}

2.2 计算结果评价

化学致癌物和非化学致癌物所产生的健康风险度之和为健康危害总风险。由表 3、表 4 分析得出, 从 2005~2010 年, 除了个别年份有所波动外, 整体来说,

此河段所产生的健康危害总风险呈下降趋势。化学致癌物所产生的健康风险度的数量级为 $10^{-5} \sim 10^{-4}$, 而非致癌物所产生的健康风险度的数量级为 $10^{-12} \sim 10^{-9}$; 总风险的数量级与化学致癌物所产生的健康风险接近, 化学致癌物是此河段优先治理的污染物。

由表3分析得出,2005~2010年此河段化学致癌物经饮水途径所致的综合风险度为 $1.72 \times 10^{-4} \sim 4.14 \times 10^{-4} \text{ a}^{-1}$, 超过国际辐射防护委员会(ICRP)推荐的最大可接受值 $5.0 \times 10^{-5} \text{ a}^{-1}$ (即每年每千万人口中因饮水中各类污染物而受到健康危害或死亡的人数不能超过500人), 与瑞典环保署、荷兰建设和环境署推荐的最大可接受水平 $1.0 \times 10^{-6} \text{ a}^{-1}$ 相比, 超过170~400倍。分析单个化学致癌物, 经饮水途径所致健康风险度的大小顺序为 $\text{Cr}^{6+} > \text{As} > \text{Cd}$ 。由图1可以看出, Cr^{6+} 健康风险对化学致癌物综合风险贡献很大, 除2009年外, 均达到85%以上, 尤其是2008年, 高达88.07%, 说明该河段受 Cr^{6+} 污染较严重, 应控制排放并对河段中的 Cr^{6+} 进行有效去除。

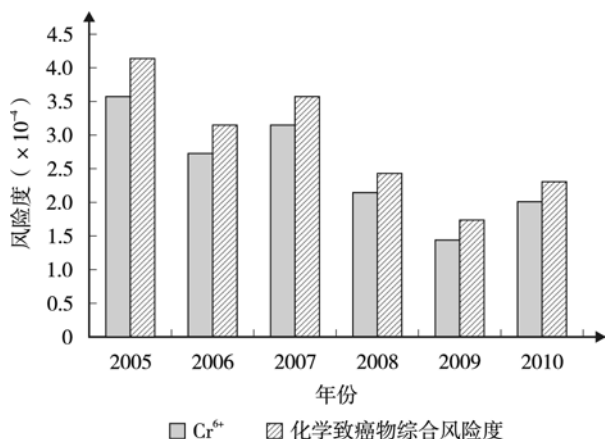


图1 Cr^{6+} 健康风险度和化学致癌物综合风险度

由表4分析得出,该河段非致癌物由饮水途径所致健康风险度的大小顺序为 $\text{Pb} > \text{F} > \text{NH}_3\text{-N} > \text{CN} > \text{酚}$, 均小于 $3 \times 10^{-9} \text{ a}^{-1}$, 即每年每千万人口中由饮水中非致癌物质而受到健康危害或死亡的人数不到

3人, 非致癌物所致的健康风险较小, 不会对暴露人群产生明显的危害, 但 Pb 健康风险对非化学致癌物综合风险贡献很大, 除2005年外, 均达到50%以上, 尤其是2007、2009年, 达到57%, 该河段应控制含铅废水的排放, 安全处置含铅废物; 另外氟化物也是该河段主要的非致癌物污染物, 需着重控制和治理。

3 结论

该河段水体中化学致癌物的健康风险远远大于非致癌物, 应重视其污染控制。污染物 Cr^{6+} , 化学致癌物健康风险度为 10^{-4} a^{-1} , 虽然达到美国EPA的致癌风险评价指南的要求, 但超过国际辐射防护委员会(ICRP)推荐的最大可接受值和瑞典环保署、荷兰建设和环境署推荐的最大可接受水平; 非致癌物所致的健康风险较低, 不会对暴露人群构成明显危害, 但应重视含铅污染物的污染治理。本研究未计算痕量有机污染物所致的健康风险, 所以计算值小于实际的风险值。

4 参考文献

- [1] 潘自强. 环境危害评价[M]. 北京: 原子能出版社, 1991: 1~50.
- [2] Karman C C. The role of time in environmental risk assessment[J]. Spill Science & Technology Bulletin, 2000, 6(2): 159~164.
- [3] 胡二邦. 环境风险评价实用技术和方法[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2000: 465~485.
- [4] 王大坤, 李建新. 健康危害评价在环境质量评价中的应用[J]. 环境污染与防治, 1995, 17(5): 9~12.
- [5] EPA/540/186060. EPA. Superfund Public Health Evaluation Manual[S].
- [6] 高继军, 张力平, 黄圣彪, 等. 北京市饮用水源重金属污染物健康风险的初步评价[J]. 环境科学, 2004, 25(2): 47~50.

Health Risk Assessment of Urban Drinking Water Source

Liu Xiuping

Abstract The health risk assessment model was applied to assess the quality of drinking water source in Guangdong. The results show that, the health risk caused by chemical carcinogens is higher than the standard recommended by ICRP and their effects are much higher than that of those non-carcinogen pollutants. The ranking of risk due to chemical carcinogen in drinking water is $\text{Cr}^{6+} > \text{As} > \text{Cd}$, and Cr^{6+} is the highest priority pollutant. The ranking of risk due to non-carcinogen pollutants in drinking water is $\text{Pb} > \text{F} > \text{NH}_3\text{-N} > \text{CN} > \text{hydroxybenzene}$. Chemical carcinogens are primary and should be removed accordingly.

Key words drinking water source health risk assessment chemical carcinogen

季节性 Kendall 检验法在黄坛水库水质趋势分析中的应用

孙 松

(宁波市环境监测站, 浙江 宁海 315600)

摘 要 根据 2003~2010 年的黄坛水库水质监测数据,选取有代表性的溶解氧、高锰酸盐指数、五日生化需氧量、总磷、氨氮和总氮 6 项指标,运用季节性 Kendall 检验法对黄坛水库水质变化趋势进行分析,结果表明:黄坛水库水质的高锰酸盐指数呈高度显著下降趋势,五日生化需氧量、总磷和氨氮呈显著下降趋势,溶解氧和总氮无明显变化趋势。

关键词 水质 趋势分析 季节性 Kendall 检验 黄坛水库

黄坛水库位于浙江省宁海县黄坛镇洋溪中游,是一座以防洪、供水为主的中型水库,水库集雨面积 114 km²,总库容 1 830 万 m³,正常库容 1 150 万 m³。黄坛水库是宁海县重要的饮用水源地,其水质的好坏,将直接影响到宁海城区和黄坛镇的生活供水水质。为研究水库水质的变化趋势,控制污染和保护水资源,本文采用季节性 Kendall 检验方法对黄坛水库进行水质变化趋势分析。

1 季节性 Kendall 检验方法

1.1 季节性 Kendall 检验法的原理

季节性 Kendall 检验是 Mann-Kendall 检验的一种推广,由 Hirsch 等于 1982 年提出,并由 Smith 和 Van Belle 等做了进一步的修正。该检验是一种仅考虑数据相对排列的非参数检验方法,其主要优点是不受水质资料的非正态性、季节性变化、流量相关、出现漏测值或小于检测限值等的影响。该检验方法的思路是收集多年的监测数据,分别计算各月份(或季节)的统计量 S 及方差 $\text{Var}(S)$,再把各月份(或季节)的统计量相加,计算总统计量。如果季节数和年份数足够大,可通过总统计量与标准正态分布表之间的比较来进行显著性趋势检验。

在该检验中,首先把历年相同月或季的水质数据进行比较,如果后面的值(按时间序列)高于前面的值,则计为“+”号;如果后面的值低于前面的值,计为“-”号;如果后面的值和前面的值相等,则计为“0”。如果数据不存在趋势,最理想的是“+”号和“-”

号数量相等;如果“+”号的个数比“-”号的个数多,则可能为上升趋势;相反,如果“-”号的个数比“+”号的个数多,则为可能下降趋势。

1.2 季节性 Kendall 检验法的数学模型

对于季节性 Kendall 检验来说,零假设 H_0 为随机变量与时间独立,假定全年监测数据具有相同的概率分布。设有 n 年 P 月的水质监测数据序列 X 为:

$$X = \begin{pmatrix} x_{11} & x_{12} & \Lambda & x_{1p} \\ x_{21} & x_{22} & \Lambda & x_{2p} \\ M & M & M & M \\ x_{n1} & x_{n2} & \Lambda & x_{np} \end{pmatrix} \quad (1)$$

式中: x_{11}, \dots, x_{np} 为某月水质组份浓度监测值。

(1) 对于第 i 月($i \leq P$)的情况。令第 i 月历年水质序列值相比较(后面的数与前面的数之差)的正负号之和 S_i 为:

$$S_i = \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{j=k+1}^n \text{sgn}(x_{ij} - x_{ik}) \quad (1 \leq k < j \leq n) \quad (2)$$

式中:

$$\text{sgn}(x_{ij} - x_{ik}) = \begin{cases} 1, (x_{ij} - x_{ik} > 0) \\ 0, (x_{ij} - x_{ik} = 0) \\ -1, (x_{ij} - x_{ik} < 0) \end{cases} \quad (3)$$

由此,第 i 月内可以作比较的差值数据组个数 m_i 为:

$$m_i = \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{j=k+1}^n |\operatorname{sgn}(x_{ij} - x_{ik})| = \frac{n_i(n_i-1)}{2} \quad (4)$$

式中: n_i 为第 i 月内水质数据系列中非漏测值个数。

在零假设下, 随机序列 $S_i (i = 1, 2, \dots, P)$ 近似地服从正态分布, 则 S_i 的均值和方差分别为: 均值 $E(S_i) = 0$; 方差: $\sigma_i^2 = \operatorname{Var}(S_i) = n_i(n_i-1)(2n_i+5)/18$ 。当 n_i 个非漏测值中有 t 个数相同, 则方差的计算式变为: $\sigma_i^2 = \operatorname{Var}(S_i) = [n_i(n_i-1)(2n_i+5) - \sum_t t(t-1)(2t+5)]/18$ 。

(2) 对于 P 月的总体情况。令 $S = \sum_{i=1}^P S_i, m = \sum_{i=1}^P m_i$,

在零假设下, P 个月 S 的均值为: $E(S) = \sum_{i=1}^P E(S_i) = 0$;

当 n 年水质监测数据序列中有 t 个数相同时, 同样有:

$$\operatorname{Var}(S) = \sum_{i=1}^P \frac{n_i(n_i-1)(2n_i+5)}{18} - \frac{\sum_t t(t-1)(2t+5)}{18} \quad (5)$$

Kendall 发现, 当 $n \geq 10$ 时, S 也服从正态分布, 并且标准方差 Z 为:

$$Z = \begin{cases} \frac{S-1}{[\operatorname{Var}(S)]^{1/2}}, & (S > 0) \\ 0, & (S = 0) \\ \frac{S+1}{[\operatorname{Var}(S)]^{1/2}}, & (S < 0) \end{cases} \quad (6)$$

(3) 趋势检验。Kendall 检验统计量 τ 定义为: $\tau = S/m$ 。由此在双尾趋势检验中, 对于给定的趋势检验显著性水平 α , 如果 $|Z| \leq Z_{\alpha/2}$, 则接受零假设。这里 $FN(Z_{\alpha/2}) = \alpha/2$, FN 为标准正态分布函数, 即

$$FN = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{|z|}^{\infty} e^{-\frac{t^2}{2}} dt. \alpha \text{ 为趋势检验的显著水平,}$$

$$\alpha \text{ 值为 } \alpha = \frac{2}{\sqrt{2\pi}} \int_{|z|}^{\infty} e^{-\frac{t^2}{2}} dt.$$

通常取显著性水平 α 为 0.1 和 0.01。当 $\alpha \leq 0.01$ 时, 说明检验具有高度显著性水平; 当 $0.01 < \alpha \leq 0.1$ 时, 说明检验是显著的。当 α 计算结果满足上述两条件情况下, 当 τ 为正时, 说明具有显著或高度显著上升趋势; 当 τ 为负时, 说明具有显著或高度显著下降趋势; 当 τ 为零时, 则无趋势。

(4) 区域均一性检验。以上只考虑了单个测点的情况, 当在某一区域或流域内有多个监测点时, 可

以考虑区域性的趋势。对于区域性的趋势, 采用各监测点间的趋势均一性检验方法。要检验 M 个监测点间趋势均一性, 需计算均一性统计量 $x_{\text{均一}}^2$:

$$\begin{aligned} x_{\text{均一}}^2 &= x_{\text{总}}^2 - x_{\text{趋势}}^2 = \sum_{j=1}^M Z_j^2 - M\bar{Z}^2, Z_j \\ &= \frac{S_j}{[\operatorname{Var}(S_j)]^{1/2}}, \bar{Z} = \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M Z_j \quad (7) \end{aligned}$$

式中: S_j 为第 j 个监测点的 Kendall 趋势统计量。

如果“各个监测点的趋势方向具有均一性”的零假设 H_0 为真, 那么 $x_{\text{均一}}^2$ 将呈自由度 (f) 为 $M-1$ 的 χ^2 分布。在 α 显著性水平下检验是否拒绝 H_0 , 只需将计算出的 $x_{\text{均一}}^2$ 值同“ χ^2 分布的分位数表”中的第 $M-1$ 行中对应的 α (本文取 $\alpha=0.05$) 值下的临界值进行对照, 如果 $x_{\text{均一}}^2$ 大于该临界值就拒绝 H_0 , 只进行单个监测点的趋势检验; 反之, 如果 $x_{\text{均一}}^2$ 不大于该临界值, 则接受零假设 H_0 : 各测点具有共同的趋势方向, 并确定趋势的方向。

2 黄坛水库水质趋势分析

用季节性 Kendall 检验法判断水质趋势时, 序列长度一般以选择 5~12 a 为宜。在趋势分析中, 水质序列的长短对趋势检验有很大的影响。过短的水质序列 (如 2 a 或 3 a) 不能准确判断是否存在趋势, 选择过长的水质序列则会出现一种趋势掩盖或抵消另一种趋势的现象。为保证趋势分析的可靠性, 本文收集黄坛水库 2 个常年水质监测点 (黄坛水库中、黄坛水库出口) 2003~2010 年共 48 个月的逐月水质监测数据。在确定趋势分析的参数时, 重点选择了监测序列长、数据可靠及代表性强的 6 项指标: 溶解氧、高锰酸盐指数、五日生化需氧量、总磷、氨氮和总氮。黄坛水库中、黄坛水库出口监测点水质趋势检验分析结果详见表 1。

表 1 各监测点水质趋势检验分析结果

测点名称		黄坛水库中	黄坛水库出口
DO	Z	1.162	1.465
	显著性水平 α	0.245	0.143
	变化趋势	无明显升降	无明显升降
	统计量 S	-76	-90
	方差 $\operatorname{Var}(S)$	392	390

续表 1				表 2 区域均一性检验分析结果									
测点名称		黄坛水库中	黄坛水库出口	自由度	临界值 ($\alpha=0.05$)	指标	$x_{0.5}^2$	检验结果					
COD _{Mn}	Z	-3.788	-4.507	1	3.84	DO	0.05	趋势均一，为无明显升降趋势					
	显著性水平 α	0.000	0.000										
	变化趋势	高度显著下降	高度显著下降										
	统计量 S	-17	-21			COD _{Mn}	0.26	趋势均一，为高度显著下降趋势					
	方差 Var(S)	95	105										
BOD ₅	Z	-1.642	-1.952			BOD ₅	0.05	趋势均一，为显著下降趋势					
	显著性水平 α	0.101	0.051										
	变化趋势	无明显升降	显著下降										
	统计量 S	-39	-50			TP	0.15	趋势均一，为显著下降趋势					
	方差 Var(S)	383.33	388										
TP	Z	-1.941	-2.488			NH ₃ -N	0.02	趋势均一，为显著下降趋势					
	显著性水平 α	0.052	0.013										
	变化趋势	显著下降	显著下降										
	统计量 S	-43	-49			TN	0.08	趋势均一，为无明显升降趋势					
	方差 Var(S)	339.33	380.33										
NH ₃ -N	Z	-2.280	-2.461	由表 2 可知,黄坛水库中、黄坛水库出口 2 个监测点水质的各项指标变化趋势均一，具有相同的趋势方向。									
	显著性水平 α	0.023	0.014										
	变化趋势	显著下降	显著下降										
	统计量 S	27	20										
	方差 Var(S)	305	306										
TN	Z	1.489	1.086						3 结论				
	显著性水平 α	0.137	0.277										
	变化趋势	无明显升降	无明显升降										
	统计量 S	24	30										
	方差 Var(S)	392	392										

通过季节性 Kendall 检验法检验表明,2003~2010 年黄坛水库水质的高锰酸盐指数呈高度显著下降趋势,五日生化需氧量、总磷和氨氮呈显著下降趋势,溶解氧和总氮无明显变化趋势。黄坛水库水质出现趋好走势,与当地政府采取控制水库上游化肥、生活垃圾等面源污染和保护库区自然植被、防止水土流失等措施有一定的关系。

4 参考文献

根据区域均一性检验对黄坛水库中、黄坛水库出口 2 个监测点水质变化趋势进行计算和对照检验,即可得到检验分析结果,详见表 2。

由表 2 可知,黄坛水库中、黄坛水库出口 2 个监测点水质的各项指标变化趋势均一,具有相同的趋势方向。

3 结论

通过季节性 Kendall 检验法检验表明,2003~2010 年黄坛水库水质的高锰酸盐指数呈高度显著下降趋势,五日生化需氧量、总磷和氨氮呈显著下降趋势,溶解氧和总氮无明显变化趋势。黄坛水库水质出现趋好走势,与当地政府采取控制水库上游化肥、生活垃圾等面源污染和保护库区自然植被、防止水土流失等措施有一定的关系。

4 参考文献

[1] 彭文启,张祥伟. 现代水环境质量评价理论与方法[M]. 北京:化学工业出版社,2005:151-159.
[2] 吴坚. 应用概率统计[M]. 北京:高等教育出版社,2006:350-353.

Application of the Seasonal Kendall's Test Method in Water Quality Tendency Analysis of Huangtan Reservoir

Sun Song

Abstract The trend of water quality in Huangtan reservoir was analyzed with the seasonal Kendall's test method, based on the monitoring data for six representative indicators during 2003~2010. It was concluded that, COD_{Mn} has a highly significant decrease tendency, BOD₅, TP and NH₃-N have extraordinary decrease tendency, while DO and TN could be steady.

Key words water quality trend analysis the seasonal Kendall's test Huangtan reservoir

环境监测实验室质量管理体系的运行和发展

王少毅 杨丽华

(广州市环境监测中心站, 广州 510030)

摘 要 阐述了质量管理以及质量管理体系在环境监测的运用效果,通过对存在问题进行剖析,提出建立评价体系和过程控制要求。

关键词 质量管理 体系 环境监测 过程控制

环境监测的质量监督和管理,是确保监测数据的权威性和公正性的基础。质量管理^[1]是在质量保证方面指挥和控制组织的协调活动,包括制定质量方针和质量目标,以及质量策划、质量控制、质量保证和质量改进。一方面,质量管理体系应以满足质量方针和质量目标的需要为准则;另一方面,一个组织建立的质量管理体系应以满足顾客的需要及内部管理而设计。监测数据的高质量必须在健全的质量管理体系中才能获得,因此,环境监测实验室必须掌握质量管理体系的运行规律,运用系统科学的方法,建立具有中国特色的、适用的环境监测质量管理体系,规范监测行为,严肃监测工作,保障监测数据的权威性和有效性,是我国当前环境监测质量管理工作的重点。研究对可能影响环境监测数据的各种因素和环节,分析各因素之间的关系并加以整体优化,实行全面控制和管理,使影响因素都处于受控状态,保障环境监测实验室监测数据始终保持准确、可靠。

1 环境监测实验室质量管理体系现状及存在问题

1.1 质量管理体系现状

我国的环境监测工作起步于 20 世纪 70 年代末期,与之相应的质量保证是 1984 年《环境水质监测质量保证手册》正式出版发行后实施。90 年代开始,各级监测站通过计量认证或实验室认可,建立了质量管理体系,通过质量管理体系的运作来实现质量管理,将环境监测的质量保证和质量控制纳入了实

际监测工作之中。环境监测先后出台了《环境监测技术规范》、《水质监测采样监测分析方法》、《水质监测实验室质量控制指标》等技术文件,颁布了众多环境监测技术方法和技术规范。1991 年国家环境保护局颁布了《环境监测质量保证管理规定(暂行)》、《环境监测人员合格证制度(暂行)》和《环境监测优质实验室评比制度(暂行)》。同时,通过国家、省、市的技术培训和考核,环境监测人员素质和技术能力有了显著提高,质量意识也逐渐形成。21 世纪初,随着我国计量认证由原 6 方面 60 条要求转变为与国际接轨的《计量认证/审查认可(验收)评审准则》、《实验室资质认定评审准则》,ISO/IEC17025:2005《检测和校准实验室能力认可准则》也在我国开始推行,环境监测的质量保证和质量控制发生了根本性转变,倡导包括质量保证和质量控制在内的质量管理,从原有主要从监测环节实施质控措施的基础上,进一步注重质量管理的系统性、全面性、有效性和适应性。大多数环境监测站基本要求设立了质量管理部门或专门人员,负责质量管理工作的日常运作;任命了质量负责人,负责质量管理体系的运行和审核;任命了内审员和质量监督员,担任日常工作中的技术及管理要求的维护工作。采用管理评审,内外部的审核,实验室之间验证、比对等方式,使质量管理体系不断完善和健全,以保证环境监测有信心、有能力为社会和环境管理出具具有的“五性”(代表性、准确性、精密性、可比性和完整性)监测报告。

1.2 存在问题

我国环境监测质量管理工作的开展的时间还不

长,导致一些环境监测站尚未能真正运行所建立的质量管理体系,从而使质量管理体系的整体作用没有得到充分的发挥。2006年修订并颁布的《环境监测质量管理规定》明确了各级环境监测机构应依法取得提供数据应具备的资质,并在允许的范围内开展环境监测工作,保证监测数据的合法有效。但在实际的执行过程中,在遵循管理规定的前提下,也会出现个别的偏差。

(1) 人员对质量管理认识不足,领导的口头重视,未能真正落实其在质量管理体系应担负的责任;全员的参与意识不强烈,没有质量责任感。对质量管理、质量保证和质量控制关系未明确,不能将质量工作提升到质量管理的高度,直接制约环境监测质量管理的成效。

(2) 存在质量管理组织机构不健全,没有设置质量管理职能部门,不能体现监测质量管理的独立性和监督性。

(3) 存在检测方法与先进仪器设备相匹配的矛盾。市场上精度、检出限更优的新的先进检测仪器不断出现,为减少环境监测的工作强度、提高检测的水平提供了更多的手段,但国内环境检测方法标准与新型的先进仪器存在不匹配的矛盾相应增加了质量管理的强度。

(4) 没建立监测质量监督和评价的系统标准,环境监测质量管理工作的总体水平相对滞后,质控模式主要放在实验室内和数据审核过程,局限于数据比对、加标回收、平行样、密码样测试,缺乏系统的评估和评价。没将监测工作流程的全过程,如:合同评审、编制监测方案、采样及样品管理、实验室分析、数据处理、报告编制和审核、报告发放和客户反馈等,每个环节按照过程方法的要求加以控制。

(5) 存在人员与工作量不相匹配的矛盾,产生了产量与质量的矛盾。质量管理需要投入人力、物力,监测质量和监测工作的效能(即产量)具有相关性,如何协调质量管理的人员和资源以及质量管理的有效性,让所有层面和人员认识到质量管理不是繁琐的代名词,而是以不断提高管理水平和技术能力两方面的综合活动作为质量管理的主要目的也应成为质量管理观念转变重点工作。

(6) 监督手段等质量活动未落实,内部质量控制考核、质量监督、内审工作和管理评审因各种原因出现流于形式、浮在表面和走过场。

2 质量管理体系运行和质量管理工作发展

环境监测实验室应通过建立和有效运行质量管理体系,将各类监测活动中与质量管理相关的要素全部纳入其中,使管理程序化、程序制度化、制度法制化,实现规范管理、各行其责,提高全员参与质量管理的意识,增强自我监督和自我完善能力,保障所有监测行为都在受控状态下运行,充分保证监测数据的“五性”。

2.1 完善质量管理体系

质量管理体系包括技术和管理 2 大部分,环境监测实验室在实施质量管理时,首先要按照质量方针规定的方向,根据实现质量目标的需要,配备必要的人力资源、基础设施、工作环境、资金等条件,任命质量负责人、质量监督员、内审员等,设置与其相适应的质量管理、技术运作和支持服务在内的组织机构,并明确职责分配,分析确定监测工作的过程,分析确定需要开展的各类质量活动及接口,通过制定程序规定各项质量活动的工作方法,使其能够有效、协调进行,成为一个有机的整体。再者应通过采用管理评审,内外部的审核,实验室之间比对和能力验证等方式,使质量管理体系不断完善和健全,以确保监测数据准确、可靠。

2.2 建立质量管理框架

根据质量管理要求,建立环境监测实验室的质量管理框架(见图 1),明确质量策划、质量控制、质量保证和质量改进是实验室质量管理的内涵。

2.3 建立评价体系

为适应环境监测发展的需要,应对环境监测质量管理进行定量评估,探索新的管理途径和模式,建立适应本实验室质量管理体系的指标体系和评价体系。指标体系至少包括质量控制指标的量化及效果考核等;评价体系包括评估实现环境监测的数据和信息“五性”要求的具体指标。

根据质量管理体系的基本要求,量化评价质量管理工作指标符合性要求,定期评价质量管理是否具有保持持续适用和有效的手段和方法,形成完整的质量管理评价体系。

通过评价体系的运用,加强系统化管理,强化全程序管理的理念,掌握和了解各环境监测实验室实

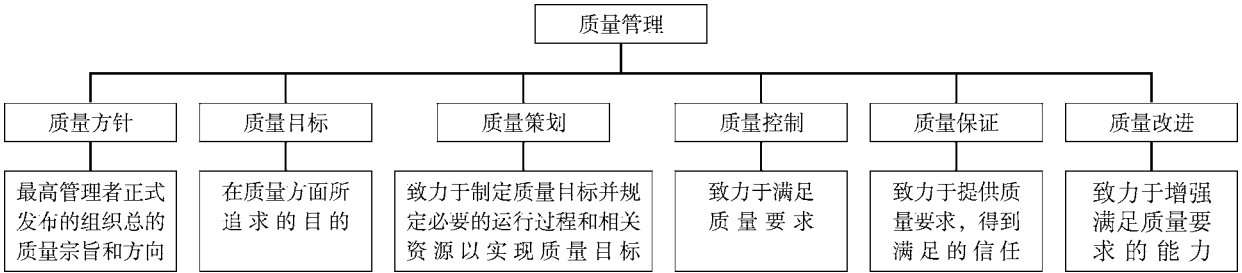


图 1 实验室质量管理框架图

施质量管理的水平和情况，督促质量管理工作的开展，促进质量管理水平的提高，确保质量管理全方位、多层次发展。

2.4 强化过程控制

环境监测实验室除了对涉及监测工作质量环的各个环节进行过程控制外，还应对管理要求等各项

质量活动进行过程控制。在质量管理体系运行过程中，管理层所制定的质量方针和目标得到各个层面的充分理解并实现,各项政策、制度的适宜性和执行到位程度得到客观、有效的监督和管理,管理、质量和技术相互依赖和相互支持形成完整的实验室运作。过程控制内容见表 1：

表 1 过程控制内容

序号	控制环节	控 制 内 容
1	现场调查	主要评价监测目的和要求是否明确、污染物及来源清晰、掌握有关水文、地理、气象等环境条件
2	制定计划	主要评价采样点位、数量是否明确、质控措施及要求符合、人员、仪器设备、采样工具及车辆、船明确
3	布点	主要评价监测范围、项目、数量、位置、时间、频次
4	样品采集	主要评价监测计划执行情况、现场情况、记录、布点和样品采集评判其代表性及可比性
5	样品保存、运输	评价是否按照规定保存情况、传输过程安全性、样品完好率
6	分析测试	评价样品分发、分析方法执行情况、质控数据、记录完整性,用统计检验和数理统计分析方法进行准确性、精密性和可靠性评价
7	数据处理	评价数据复核情况、整理和统计建议
8	统计评价	对数据进行统计、分析(数据相关性)、评价
9	报告反馈	评价报告及时率、按照规定程序发出报告
10	意见处理	评价是否主动征求客户意见、客户投诉处理率、采取纠正措施情况

加强过程监控,要充分发挥质量监督员、内审员的作用,通过实施不符合工作控制程序、纠正措施和预防措施等多种工具控制过程质量，对发现的问题及时组织纠正,并采取相应的纠正和预防措施,促进质量管理体系不断完善和持续改进，提高环境监测实验室质量管理水平。

2.5 加强质量监督

质量监督工作是环境监测实验室的一项十分重要的质量活动,也是质量管理体系有效运行的标志。质量监督员是最高管理层在各个部门进行质量管理的代表和管理延伸。环境监测实验室应通过建立和完善监督工作的规章制度、实验室监督机制网络,改

进质量监督工作的方式和方法，致力于将质量监督工作落到实处。

(1) 建立质量监督工作管理制度，明确质量监督员职责、任职条件、任命程序;规定质量监督的工作依据、工作要求、监督程序和监督记录形式,明晰质量监督员的责、权、利,细化质量监督工作要求,建立实验室质量负责人、质量管理部门、各部门质量监督员的质量监督工作网络，运用有效质量监督这个抓手,行使质量管理职能。

(2) 规范质量监督工作记录，评价监督工作质量。根据工作性质制订相应质量监督记录表格,公开监督工作质量。应考虑不同类型、不同专业范围是否

配备符合资质条件的质量监督员;监督员比例是否足够;对监督频率、内容进行文件化规定;对表现不满意的监督人员进行反馈,质量监督的结果作为管理评审输入。

(3) 统一监督模式,加强体系监管,实施质量监督工作报告制度。质量管理部门根据环境监测实验室总体质量监督情况编制质量监督季报或年报,分析质量监督工作成效、存在问题,提出改进建议,最高管理层根据总体实施情况决定质量监督工作的调整及优化方向,杜绝监督流于形式、切实提高质量监督成效。

(4) 力求持续改进,最重要的是运行质量管理体系,坚持管理的系统方法原则,管理层运用系统理论和系统方法,对实验室过程进行系统分析,致力于改进各项过程的有效性、高效满足客户要求。真正通过质量管理体系的管理评审,关注环境监测实验室内审结果、各类管理和监督人员报告、外审结果、客户意见及投诉反馈、纠正及预防措施实施情况及效果分析、环境监测工作业务情况、人员机构变化、管理评审提出的改进要求、参加能力验证和实验室间比对中存在的问题等,提出相应的解决对策。改进要求的最终目的是提高监测质量,使监测数据

的“五性”得到保证。

3 结语

切实运用和发挥好质量监督员的监督作用,让最高管理层的质量管理要求、质量目标能通过质量监督网络体系贯彻到环境监测的全过程,使最高管理层的监测质量管理和质量监督能有效地延伸到各监测环节和过程。

充分利用质量方针、质量目标、审核结果、数据分析、纠正和预防措施以及管理评审,促进质量管理体系在运作过程中得到不断的完善和改进,满足环境监测实验室不断发展的要求。

质量管理体系是实施质量管理的核心,只有充分发挥质量管理体系的功能以及系统性、全面性、有效性和适应性等特性,才能不断完善和健全质量管理体系,并使之有效运行。质量管理应以简洁有效为目的,质量不等同于高成本,管理流程应简洁。只有这样才能更好地实施质量管理,达到质量目标的要求。

4 参考文献

- [1] 中国实验室国家认可委员会. 实验室认可与管理基础知识[M]. 北京:中国计量出版社,2003.

Running and Development of Quality Management System in Environmental Monitoring Laboratory

Wang Shaoyi Yang Lihua

Abstract The running efficiencies of the quality management system in environmental monitoring laboratory are expounded, and the problems in the current system are discussed. It is proposed to establish the demands of assessment system and process control.

Key words quality management system environmental monitoring process control

罗思源局长调研督导环境信访工作

5月10日,罗思源局长率队前往东风日产乘用车公司、越堡水泥公司调研污染治理工作。在花都区林中坚区长等领导陪同下,罗思源局长深入东风日产发动机分公司铸造车间,仔细询问了生产废气污染整治工作的开展情况,逐一了解有机废气收集和处理的技术措施、设备改造和污染治理工程进度及成效,目前,该车间10台熔铸机已有6台完成了围蔽工程,全部工程将于6月底完工。在越堡水泥公司“协同处置污泥项目”现场,罗思源局长察看了即将建成的污泥焚烧项目废气治理设施,对该公司采取“化学预除臭+生物除臭”

的工艺方案进行详细了解,要求该公司加快工程施工,尽快彻底消除废气污染问题。

在随后举行的座谈会上,罗思源局长指出要高度重视群众的环境诉求,坚持以人为本,倾听群众的意见和呼声,督促企业加大环保投入,全面落实污染整治任务,切实解决污染扰民问题。

市环保局杨柳副局长及市信访局和花都区环保局、信访局有关领导参加了调研活动。

局政策法规处 梁龙金

环境监测实验室实施质量监督的探讨

郑习健

(广州市环境监测中心站, 广州 510030)

摘 要 文章重点探讨环境监测实验室实施质量监督的内容,强调监测的公正性与诚实度是质量监督的首要任务,指出监测全过程质量监督的重点环节。明确质量监督在监测质量管理和维护质量管理体系有效运行中的强有力支撑作用,扼要介绍质量监督的实施和效果评价。

关键词 环境监测 实验室 质量监督

质量监督作为环境监测实验室质量管理的关键环节,是确保实验室产品质量满足要求的重要保障。它贯穿于监测工作的各个环节,对环境监测工作的技术运作和质量活动进行全方位的监视,验证技术运作与所执行标准的符合性和质量活动与质量管理体系文件规定的一致性。及时发现存在的问题,将不符合工作消除于萌芽状态。同时,对识别的潜在不符合因素或缺陷事先采取预防措施。从而达到服务于质量方针、实现质量目标的目的。

在实际环境监测工作中,质量监督工作往往流于形式、形同虚设,过程简化、忽视重点,内容欠具体、缺乏针对性,未能充分体现质量监督在质量管理体系运行中的强有力支撑作用,监测质量得不到有效地控制。因此,如何充分发挥质量监督员的作用,突现质量监督的有效性,提升实验室的质量管理水平,便成为环境监测实验室质量管理体系运行中值得探讨的重要问题。

1 质量监督的特点

实验室应由熟悉各项检测和 / 或校准方法、程序、目的和结果评价的人员对检测和 / 或校准的关键环节进行监督^[1]。质量监督就是为了确保满足规定(包括《实验室资质认定评审准则》、相关法律法规、质量管理体系、依据标准、合同约定、法定管理机构要求、实验室管理规定等)的要求,对实体的状况进行连续的监视和验证,并对记录进行分析的过程。这就决定了质量监督具有以下特点:

1.1 监督的授权

质量监督是在实验室最高管理者授权下开展的,由质量监督员代表最高管理者实施的质量管理活动。因此,质量监督不是一种个人行为,而是实验室内部质量管理体系自身有效运行的需要。

1.2 监督的连续性

监督是连续进行的。连续是指持续不间断的,或一定频次的。在实际工作中,由于大多数质量监督员是兼职的,有自己的工作任务。要做到持续不间断的监督不太切合实际。通常情况下,是采取一定频次的方式进行监督,这种方式可采用定期和不定期相结合进行,定期本身就具备了频次的基础,不定期的结合加大了质量监督的力度。

1.3 监督的对象

质量监督的对象是实体,是指可单独描述的事物。如活动或过程,产品、组织、体系和人或它们的组合。譬如:分包方资质调查 - 评估 - 分包方的选择 - 分包的实施 - 报告的发送,是一项可连续监视和验证的质量活动;设备采购计划的提出 - 技术指标的论证 - 采购方案的制订、审批 - 供应商的选择、采购的实施 - 设备的验收调试;环境监测样品的交接 - 样品分发 - 样品制备与前处理 - 分析测试 - 结果计算 - 数据报出,也分别是一项可连续监视和验证的过程。

2 质量监督的内容

质量监督的内容不仅包括技术要求中与质量有

关的要素,而且涉及管理要求中某些要素的职责过程。只有这样,才能形成由质量负责人、质量管理部门、各职能部门、监测部门的质量监督员组成的周密质量监督网络,全面铺开监督,维护整个质量管理体系的有效运行。

2.1 管理要求的监督

2.1.1 公正性与诚实度

公正性与诚实度涉及客户的切身利益,关系到实验室的形象和信誉,是实验室能否满足法定管理机构要求以及相关法律法规要求的重中之重。《实验室资质认定评审准则》4.1.5 明确规定:实验室人员不得参与任何有损于检测和/或校准判断独立性和诚信度的活动。作为履行政府职能的环境监测实验室,必须建立并切实实施保证监测公正性和诚实性的管理程序,制定措施确保监测人员客观、独立的开展监测工作,保证环境监测的公正性与诚实度。否则,质量管理将毫无意义。因此,公正性与诚实度是质量监督员实施监督的首要任务,必须重点监督措施的检查 and 落实。

2.1.2 投诉处理

一般而言,投诉是客户以书面的形式表达对实验室提供的监测服务的不满意,这恰恰是实验室寻找改进的机会。因此,对处理投诉的质量监督是监督的关键环节。质量监督应重点关注投诉是否因实验室的工作失误或质量问题,是否按程序规定进行认真细致的原因分析,采取纠正措施,在规定时间内给客户满意的回复。如果投诉涉及实验室质量方针等重大问题,质量监督员应关注针对有关领域工作实施附加审核的有效性。

2.1.3 合同

合同是明确客户与实验室双方履行责任和义务的文件,对合同的监督着重合同评审的内容是否充分,约定是否合理,资源能力是否适应;合同履行过程中如有变更,是否及时通知相关部门和人员。

2.1.4 分包

分包的监督重点检查分包是否以书面形式征得委托方同意,接受分包实验室是否取得计量认证资质,且拟分包项目应在其计量认证项目范围内。

2.2 技术要求的监督

技术要求的监督包括监测过程以及影响监测结果准确性的各种因素的质量监督。

2.2.1 监测过程

监测过程是技术要求中影响监测结果的关键因素,是质量监督的难点。

首先,应抓住重点环节进行监督,重点环节根据实际监测过程确定。影响结果准确性的因素很多,有人员专业技术素质、仪器设备操作的难易程度、样品制备、前处理、机体干扰与消除等影响。质量监督员要善于根据实际情况,抓住对监测结果产生较大影响的环节进行监督。具体因被测对象的技术要求不同而异。如固体样品中待测重金属总量的监测,应重点监督样品制备和前处理过程,因样品制备和前处理带来的误差远远大于测试产生的误差。

其次,是对检测的实施环节进行监督。监测过程的监督包括对样品接收阶段、检测阶段和结果发送阶段的监督。其中,检测阶段又包括样品的制备、检测的实施和结果的复核三个环节。质量监督员应抓住检测的实施环节进行监督。这个环节的监督因监测方法的复杂程度和设备自动化程度的高低而有所侧重。如自动化程度高的仪器设备,应重点监督方法程序的选择以及最佳条件的设置,容量滴定法重点关注滴定终点判断和读数的正确性等。

2.2.2 人员

对人员的监督主要是监督监测人员是否持证上岗,是否有超出上岗证项目进行监测,是否授权操作仪器设备,是否严格按照作业指导书规定的程序和方法进行操作,并形成及时、准确、清晰、完整的记录。未持证人员和在培人员,对工作环境、监测设备不熟悉,缺乏实际操作经验,易出现操作错误,应予以重点监督。

2.2.3 仪器设备

主要是指用于完成监测任务的仪器设备及相关的辅助设备。对仪器设备监督的基本要求是计量检定状态应正常,在有效的检定或校准周期内使用,有唯一标识(含固定资产标识和校准状态标识),有完整的档案和及时的使用、维护记录。此外,仪器设备使用前应对其校准状态进行检查校准、判断是否符合使用要求并记录。质量监督员应监督相关人员按质量管理体系文件,如仪器设备操作规程的要求完成相应的工作。当仪器设备校准产生新的修正因子时,监测人员是否及时利用新的因子来修正监测结果,质量监督员也应关注。

2.2.4 标准物质

标准物质直接关系到监测结果的准确性。质量监督重点检查标准物质是否为有证标准物质,并在有效期内使用;标准物质的存储环境是否符合要求,防止污染或损坏,确保其完整性。标准溶液配制是否准确,是否按规定期间核查,核查结果是否保持量值的置信度等。

2.2.5 监测方法

监测方法主要是指监测依据的技术标准,即国家标准、地方标准、行业标准以及相关作业指导书。对监测标准方法监督的基本要求是监测方法必须为现行有效的版本并受控,监测人员正确的按照监测方法进行操作,当标准方法发生变更时,质量监督员有责任指导监测人员开展必要的试验和确认。

2.2.6 设施环境

实验室是否配备必要的设施,检测环境是否适宜,直接影响监测工作质量。因此,影响监测结果的环境条件如温度、湿度、气压、振动、电磁干扰等能否调整到规定的要求,并予以监控和记录,相邻监测区域之间存在不利影响时,是否采取了有效隔离措施。这些因子是对设施环境实施监督的基本要求。

2.2.7 样品管理

样品在采集、流转、存储、制备、检测等过程中任何一环的纰漏都将影响监测结果。因此,质量监督员应对这些环节进行监督,重点核查样品采集是否具有代表性,并按照相关技术规范固定、保存;同时,关注样品在流转过程中的唯一标识,以及样品制备和保存条件是否符合规定的要求等。

2.2.8 监测原始记录

原始记录重点监督是否信息齐全、客观、准确、清晰;数据转换、处理和计算是否正确;是否有监测人员和复核人员签名;数据修约和有效数字的表示是否符合有关标准的规定等。

2.2.9 监测报告

监测报告是监测工作的产品,监测报告的准确性和有效性直接关系到客户的利益,是重点监督的对象。应关注监测报告信息是否齐全,内容是否完整;数据结果是否与原始记录一致,是否使用法定计量单位;超出计量认证范围的报告是否免盖计量认证标志;分包项目是否在报告中清晰注明等。此外,如果需要注明环境质量标准或排放标准并加以评价,监督员应特别注意评价结果的正确性质,避免出现错误评价结论。

3 质量监督的计划与实施

3.1 编制指导性文件

编制质量监督相关指导性文件,明确质量监督员的职责与权利、质量监督工作流程和要求,强调质量监督中不符合工作的纠正或纠正措施和改进要求及其验证。

3.2 制订质量监督计划

质量监督是实验室有计划的质量管理活动。根据环境监测实验室覆盖面广、专业多的特点,可由质量管理部门制定质量监督计划。计划的制定应根据实验室的专业设置、以往质量监督的盲点和薄弱环节、客户反馈的意见、新项目和新方法的开拓、人员调整和新增仪器设备,结合年度监测业务等信息,统筹安排质量监督的内容、项目、方式、频次和要求,经批准后下发各职能、监测部门执行,确保质量监督的频率和覆盖面。

3.3 编制监督记录表

监督记录表的编制可按某项职能活动的过程设计单项监督内容,也可根据各部门的职责范围涵盖多项监督内容,但两者均必须对监督内容涉及的项目及其相关因子具体化,具有可操作性。同时,设置监督结果评价和不符合工作处理意见栏目。

3.4 日常质量监督的实施

质量监督员应根据监督内容和工作经验的积累确定监督的方式、频次等,对重要的监测业务、监测过程的关键点、弱点,如在培人员、某些易出现不符合工作的技术操作或质量活动进行重点监督。当发现问题时有权利予以纠正和制止,并责令其改正。同时,质量监督员应加强与监测人员的沟通,确保质量监督工作到位、持续、有效。

3.5 编制质量监督报告

质量管理部门定期收集质量监督结果,进行汇总、综合分析和评价,编制质量监督报告。质量监督报告至少应描述质量监督员的监督内容、监督频次,发现不符合项的数量及其所属的要素,不符合项的纠正或纠正措施完成情况,质量监督对质量管理体系完整性和有效性的维护作用,监督中存在的问题以及建议等。质量监督报告纳入管理评审的输入材料。

4 质量监督的记录

质量监督记录是监督员实施质量监督活动的证实资料,也是发现不符合项实施纠正措施的依据。质量监督记录可以两种形式,一种为规定格式的、受控的质量监督记录表格,另一种是质量监督员与监测人员共同在监测原始记录签字,证实了质量监督员在现场目视监测人员的操作规范,数据转换、处理和结果计算正确,监测结果准确有效。

质量监督过程应及时填写记录,切忌追记、补记,以免失真;记录的内容应包括监督的内容、项目、观察的情况以及评价意见和建议;对发现的不符合项必须与被监督人员沟通、达成共识后填写,避免冲突;不符合项报告的描述应真实具体,所提建议科学、合理、可操作性强;如发现严重不符合,应报告质量负责人决定是否暂停相关领域的工作。完成阶段性质量监督工作后,应编写质量监督报告。

5 质量监督效果评价

合理的质量监督效果评价为下阶段质量监督网的完善、质量监督员监督技能的提高和监督力度的加大提供客观依据,因此,有必要对质量监督的效果进

行评价。效果评价建议主要考虑以下 8 方面的内容:

(1) 监测工作的公正性与诚实度是否得到保障。

(2) 质量监督员是否具备正确判断监测结果准确性的能力。

(3) 质量监督员填写的不符合项报告是否事实详尽、用词准确、依据正确、目标明确,以便于分析查找原因,制定和实施纠正措施。

(4) 质量监督中发现的不符合项是否及时采取纠正措施,纠正措施是否有效。

(5) 前阶段质量监督中发现的不符合项,在近阶段监督中是否再次发生。

(6) 质量监督中识别的潜在不符合因素是否有针对性的制定并实施预防措施。

(7) 通过质量监督,未持证人员和在培人员的基本理论和操作技能是否有明显提高。

(8) 监测工作质量是否得到保证。

勿容置疑,有效的质量监督对偏离质量管理体系或工作程序进行识别和控制,对不合格工作加以纠正或采取纠正措施,对需要改进环节提出改进要求,对潜在不符合因素提出预防措施并验证效果,维护了质量管理体系的正常运行和持续改进。

Quality Supervision in the Environmental Monitoring Laboratory

Zheng Xijian

Abstract The contents of quality supervision in environmental monitoring laboratory are discussed. The monitoring fairness and honesty is the primary task of quality supervision, and the key links are pointed out for the quality supervision in the whole process of monitoring. The implementation and evaluation of quality supervision is briefly introduced.

Key words environmental monitoring laboratory quality supervision

我市被评为省珠江综合整治工作优秀城市

2002 年以来,我市扎扎实实开展珠江综合整治工作。在市委、市政府统一领导下,经过各有关部门 8 年多的共同努力,最终实现了珠江综合整治“八年江水变清”目标,我市水污染防治和水质保护取得了明显效果,全市水环境质量明显好转。

根据省珠江综合整治工作联席会议办公室考核评定,

我市 2010 年度珠江综合整治考核获得了 98.4 分,在全省珠江流域 13 个地级以上市中排名第一;在珠江综合整治“八年江水变清”考核中,我市又因工作力度强、任务完成好、整治成效大、群众反映佳,被评为省珠江综合整治工作优秀城市。

市环保局污防处

环保评价标准和监督管理技术规范中环境监测信息的确认方法

张倩华 王宇骏 吴爱冬

(广州市环境监测中心站, 广州 510030)

摘 要 近年来,各类环保评价标准和监督管理技术规范不断推陈出新,其中对环境监测的要求不断明晰。本文结合环境管理要求,围绕着环保评价标准和监督管理技术规范的特点,对其中的环境监测信息进行分析,提出确认思路和程序,并选取实例进行应用效果分析。

关键词 评价标准 管理技术规范 监测信息 确认方法

环保评价标准(以下简称“评价标准”)是环保部门判断环境质量、污染源排放超标与否的依据;环保监督管理技术规范(以下简称“管理规范”)是环保部门进行排污监管的规范文件。近年来,随着环保工作的不断深入,评价标准陆续更新,新标准在限值、监测监管要求等方面都有不少变化,而各种类型的管理规范出台更加明确了环境监管的工作要求和程序。环境监测部门作为环境监管中的重要一环,如何参透评价标准和管理规范的变化,确保环境监测能够满足监管需求,这需要通过一定的程序来实现。

1 评价标准和管理规范中的环境监测信息

评价标准和管理规范在传统的环保工作中被认为主要用于监管部门,而环境监测部门更关注的是检测方法,对于上述两方面内容仅作了解,甚少深入研究,更没有对评价标准和管理规范中的一些监测信息进行分析,甚至错过了重要的监测信息,导致到上级部门开展年度绩效审计、环境目标责任制考核时才发现监测方面的工作失误。评价标准和管理规范中所包含的环境监测信息主要有 7 个方面:

1.1 适用范围

评价标准都会有适用范围的表述,适用范围不仅对监测结果的使用十分重要,而且对于监测过程中应考虑使用哪类参数均有影响。如《火电厂大气污染物排放标准》(DB44/612-2009)中对适用的火电厂范围进行了明确,因此对于该范围内的火电厂在废气监测中使用的过量空气系数取值均有所不同。

1.2 监测项目

评价标准和管理规范均会以不同方式列出监测类别和监测项目,这些都是特定污染源或环境质量所必须监测的项目,这些项目的监测完成情况将是未来审核监测工作是否完成的重要依据。如《畜禽养殖业污染物排放标准》(DB44-613-2009)的标准限值除常规监测指标外,还列出了蛔虫卵的指标值,因此该项目也是必测指标;又如《医疗废物集中焚烧处置设施运行监督管理规范》(HJ516-2009)中除了要求对排放进行监测外,还要求“对周边环境(空气、地下水、地表水、土壤、噪声)进行监测”。

1.3 监测频次

有些评价标准和管理规范也会对监测频次进行规定,如监测部门不掌握这些要求,往往是会出现监测频次不足的情况。如《生活垃圾填埋场污染控制标准》(GB16889-2008)中对封场、运行中的垃圾填埋场均规定了不同的监测频次;又如《医疗废物集中焚烧处置设施运行监督管理规范》(HJ516-2009)中明确指出“每季度需进行一次常规指标监测,每年对废气中二噁英进行一次监测,每年至少对周边环境空气及土壤中二噁英、重金属进行一次监测”。

1.4 监测方法

一般评价标准中都列出监测方法,这些监测方法是监测部门开展监测的重要依据,监测过程中应尽量使用相关的监测方法,以实现监测方法与评价项目的一致性。如《医疗废物集中焚烧处置设施运行监

督管理规范》(HJ516-2009)要求“集中焚烧处置设施排放的烟尘、CO、SO₂、NO_x实施连续自动监测”,这对该类污染源排放废气提出在线监控的要求。

1.5 监测职责

新出台的管理规范均会对从事该项监测的单位资质要求及监测职责进行明晰,如《医疗废物集中焚烧处置设施运行监督管理规范》(HJ516-2009)阐明了环境监测部门和医疗废物处置部门各自的监测职责;又如《工业污染源现场检查技术规范》(HJ606-2011)明确了“现场取证应由县级以上环境保护主管部门所属环境监测机构、环境监察机构或其他具有环境监测资质的机构承担”,“环境监测报告需由县级以上环境保护主管部门所属的环境监测站或其他具有环境监测资质的机构出具”。

1.6 监测要求

管理规范在提出监管要求的同时,也会对监测方面提出一定的要求,如《工业污染源现场检查技术规范》(HJ606-2011)对采样、封瓶、监测报告信息等提出了详细的要求。

1.7 评价方法

评价标准中除了明确不同时段、不同区域的污染物排放限值外,还会对某些特定情况下的污染物排放情况进行限定,例如《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)中规定“当厂界与噪声敏感建筑物距离小于1 m时,厂界环境噪声应在噪声敏感建筑物的室内测量,并相应的噪声排放限值减10 dB(A)作为评价依据”。又如《大气污染物排放限值》(DB44/27-2001)中规定,“若某新项目的排气筒必须低于15 m时,其排放速率限值按外推法计算结果的50%执行”。

2 评价标准与管理规范中环境监测信息的确认思路

由于评价标准和管理规范中不同程度地包含有监测信息,因此提取内在关键的环境监测信息是环境监测部门十分重要的一项工作。环境监测部门需在现行检测方法确认的基础上,进一步增加和完善评价方法和管理规范的确认。现参照检测方法的确认程序,结合评价标准和管理规范的特点,提出监测信息的确认思路,见图1。

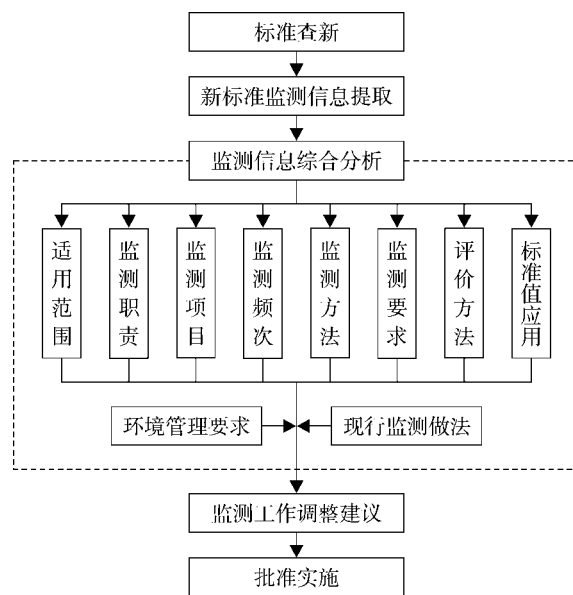


图1 评价标准和管理规范中环境监测信息的确认思路

2.1 标准查新

由于国家新的评价标准和管理规范不断出台,因此需完善标准查新机制,查新范围应在原检测标准的基础上扩展到评价标准和管理规范。查新应从职责、方式、频次及处理等4个方面进行文件化规定,确保及时掌握最新标准信息。

2.2 监测信息的提取

对于新的评价标准和管理规范,应组织包括现场监测、实验室分析、质量管理、综合分析、报告编制和承接任务的部门对标准和规范内在的监测信息进行提取和整理。

2.3 监测信息的分析

对提取的监测信息进行分类,从适用范围、监测职责、监测项目、监测频次、监测方法、监测要求、评价方法、标准值应用等8个方面进行分析,分析的重点在于找出与现行做法的差异。

2.4 建议的提出

综合8方面的分析内容,结合环境管理的要求和现行的做法,尤其是监管和考核的要求,有针对性地提出建议。

2.5 建议的实施

监测部门负责人对提出的建议进行审定,并从任务调整、能力开拓、监测要求的变化等方面提出实

施要求,最终完成标准的确认工作。

责对标准和规范内容进行确认。

3 评价标准和管理规范中环境监测信息的确认程序

根据上述确认的思路,现制定环境监测部门评价标准和管理规范确认程序,相关部门根据各自职

3.1 新标准的提出

作为确认的第一环节,首先要提出新颁布的评价标准和管理规范,列出颁布时间和实施时间,明确申请人和申请日期。

表 1 评价标准和管理规范确认实例

申 请 部 室	× × × 室	申 请 人	× × ×	申请日期	× × 年 × × 月 × × 日
标 准 名 称	医疗废物集中焚烧处置设施运行监督管理技术规范(试行)(HJ516-2009)				
颁 布 时 间	2009 年 12 月 29 日				
实 施 时 间	2010 年 3 月 1 日				
新旧标准区别	1. HJ516-2009 是环保行业标准,规定了医疗废物集中焚烧处置设施运行的监督管理内容、程序、要求以及监督检查方法等。 2. 本标准对环保监督管理的要求是:大气污染物控制排放及焚烧处理性能指标应符合 GB18484 要求,周边环境空气质量各项指标应符合 GB3095 要求;医疗废物集中焚烧处置单位废水排放应符合 GB8978 要求;噪声排放应符合 GB12348 要求。 3. 与该标准相关的现行标准是《危险废物焚烧污染控制标准》(GB18484-2001),经比较,两者于污染物控制指标标准限值无不同。				
	综合室负责人:× × ×				
监 测 项 目 及 分析方法确认	HJ516-2009 规定了医疗废物集中焚烧处置设施运行的监督管理要求,大气污染物控制排放及焚烧处理性能指标应符合 GB18484 要求,周边环境空气质量各项指标应符合 GB3095 要求;医疗废物集中焚烧处置单位废水排放应符合 GB8978 要求;噪声排放应符合 GB12348 要求。目前我站已基本具备以上标准所涉及检测能力,但其中危险废物焚烧炉大气污染物中锑及其化合物具备检测能力,但未具备计量认证资质;二噁英类、热灼减率项目未具备检测能力。				
	质量管理室负责人:× × ×				
与现行环境监测要求的区别	1. 环境监测包括排放检测及周边环境(空气、地下水、地表水、土壤、噪声)监测,为新增要求。 2. 烟尘、一氧化碳、二氧化硫、氮氧化物、烟气黑度、氟化氢、重金属每季度至少监测一次,与目前监测频次不同。 3. 对于废气中二噁英,每年至少监测 1 次,与目前监测频次不同。 4. 每年至少对周边环境空气及土壤中的二噁英和重金属进行 1 次监测,为新增要求。 5. 监测时工况负荷必须达到 75%以上,并记录监测期间与工况计算相关信息,为新增要求。				
	现场监测室负责人:× × ×				
综合确认意见	1. 根据本标准要求,调整现行监测任务书内容,报局批准后实施; 2. 目前可将锑及其化合物、二噁英类、热灼减率分包给× × ×实验室进行分析; 3. 在下次计量认证扩项中增加危险废物焚烧炉大气污染物锑及其化合物项目。				
	办公室负责人:× × ×				
技术负责人意见	同意本标准的确认,请办公室落实监测计划的调整。				
相关部室意见					
附 件	《医疗废物集中焚烧处置设施运行监督管理技术规范(试行)》(HJ516-2009).pdf 《危险废物焚烧污染控制标准》(GB18484-2001).pdf				

3.2 新旧标准差异的比较

对于首次颁布的评价标准和管理规范, 此项内容无需确认。但对于发生变更的评价标准和管理规范, 确认人需将新旧标准的差异列出, 以便进行综合判断。

3.3 监测项目及分析方法确认

对评价标准和管理规范中涉及的监测项目和分析方法进行确认, 其中监测项目除了关注标准限值的项目外, 还需关注关联指标, 如《火电厂大气污染物排放标准》(DB44/612-2009) 中涉及锅炉氮氧化物最高允许排放浓度限值时需以煤中的“干燥无灰基挥发分(Vdaf)”的值进行标准判断, 因此该指标也需提取出来进行确认; 监测项目和分析方法应分别确认本单位的能力状况和通过计量认证情况, 对于不具备能力的监测项目需提出替代意见。

3.4 与现行环境监测要求区别的确认

新评价标准和管理规范需与现行环境监测要求进行对照确认, 确认内容包括监测项目、频次、点位布设、评价方法等方面, 对照不仅限于常规监测, 还需重点围绕各类环境管理考核要求进行对照, 确保满足考核要求。如《生活垃圾填埋场污染控制标准》(GB16889-2008) 是在 2008 年 7 月 1 日实施, 新旧标准差异之一是监测项目要求不同, 而生活垃圾填埋场的监测是环保目标责任制考核内容之一, 由于考核要求并未实时跟随评价标准变化, 因此通过确认后从第三季度开始实施新旧标准项目全覆盖的监测计划, 确保既满足新标准要求, 又满足考核要求。

3.5 综合确认

根据 3.2~3.4 的确认内容, 提出综合确认意见(建议), 综合确认意见包括但不限于以下内容: 监测计划是否需要调整、监测能力是否覆盖、不具备监测能力项目的替代意见、监测要求是否需要调整完善、与考核要求冲突的解决办法等。

3.6 确认意见的批准实施

综合确认意见应由单位技术负责人负责终审, 技术负责人应全面结合环境管理和现行做法对综合确认意见进行审批, 对于监测能力不足的监测项目应提出是否扩项的意见。经审批后由相关部门具体实施。

现选取《医疗废物集中焚烧处置设施运行监督管理规范》(HJ516-2009) 作为实例进行监测信息确认, 见表 1。

通过确认, 环境监测部门及时对相关污染源的监测计划进行调整, 同时提前与具备能力的检测实验室签订了分包协议, 确保满足该类型企业的监测要求。

4 结语

评价标准和管理规范的确认进一步完善了环境监测部门的标准确认工作, 确认的程序确保了环境监测全过程涉及的部门都能及时、充分地了解到新标准与现行做法的差异, 同时结合环境管理特点, 及时进行监测工作的调整, 最大程度避免了由于对新评价标准和管理规范的理解不到位而导致工作失误的现象。

Confirmation of the Monitoring Tasks in Environmental Evaluation Criteria and Technical Specifications

Zhang Qianhua Wang Yujun Wu Aidong

Abstract In recent years, various types of evaluation criteria and technical specifications are continued to emerge, and require more information on environmental monitoring. For the environmental management, the characteristic of environmental evaluation criteria and technical specifications are analyzed, and the environmental monitoring information concerned is discussed. The program for the confirmation of environmental monitoring information is discussed in an actual case.

Key words environmental evaluation criteria technical specifications supervision confirmation

农村生活污水处理技术

王妮娜 郑立柱

(陕西理工学院化学与环境科学学院, 陕西 汉中 723001)

摘 要 农村城市化发展迅速,而农村水污染情况日益严重,已对农村地区的水体、土地等自然环境产生严重影响。为建立和谐新农村,保障农村生活质量提高,缩小城乡差距,必须重视农村水源安全。本文就农村生活污水处理技术进行讨论,为农村发展提供参考。

关键词 农村污水 农村水污染 污水处理

目前,我国共有 300 多万个村庄,56 万个行政村,4 万多个建制镇和乡集镇,农村地区的户籍人口接近 10 亿。由于农村地区人口多、村庄分布散、经济实力薄弱,加上长期公共财政对农村投入不足,使得农村生活环境长期处于较差水平,更加忽视了农村污水处理问题。在过去,污水经过水渠、河道、涝池,会在天然水体自净^[1]过程下达到无害效果,可是在社会飞速发展的今天,农村污水的成分已经变得复杂^[2],天然的水渠,河道,涝池已经不能完全将污水无害化,反而被污染。如果不采取新的处理办法,那后果将不堪设想。所以农村污水处理迫在眉睫,但是我国农村条件千差万别,发展状况参差不齐,社会结构错综复杂,村庄治理的起点不同,标准有高有低,进展有快有慢,总体规模大,以目前的国情和国力,不可能同步推进污水处理建设,将所有村庄、所有项目都一次性完成,因此必须因地制宜,根据当地实际情况采取具体办法,逐步实施污水处理工程,使农村污水得到良好的处理。

1 农村污水概述

农村污水是指农村居民在生活和生产过程中形成和排放的污水,包括生活污水和生产污水。农村生活污水主要包括厕所、洗浴、洗衣和餐厨等污水,而生产污水包括乡镇企业、畜禽养殖业、水产养殖业、农产品加工等^[3]排放的高浓度有机废水(有毒有害工业废水除外)。农村污水有以下特点:①基本上不含重金属和有毒有害物质,含有一定量的氮和磷,可

生化性好,但水质水量变化较大;②农村地区人口居住分散,大部分没有排水管网,污水集中收集处理难度较大。③农村人均污水排放量少于城市居民,经济欠发达的地区,排放量更少。不同地区的污水排量也有很大差异,北方人均水排放标准低于南方。而且同一地区污水流量日变化波动较大,季节性变化更为明显^[4]。

2 适合我国农村污水处理的技术措施

目前我国大部分农村对污水都是采取直接排放的处理办法,或者是污水灌溉,而且农田施肥,喷洒农药等现象普遍,这些已经造成了土壤以及地表水污染。一些乡镇企业,像造纸、印染、矿石开采的中小企业,不顾环境后果,直接将污水排放到江河湖泊,对环境造成了严重污染,危害到人类的健康生存。所以探寻合适的农村污水处理办法来改善农村污水处理现状意义重大。

农村污水完全可以采用城市污水处理办法去处理,但是考虑到我国农村实际情况,从经济角度出发,我们首先要结合农村特点,因地制宜,选取最合适的办法来处理农村污水。随着水体污染日趋严重,新农村建设步伐加快,污水处理已成为我国新农村建设的重大问题,以下几种处理办法是根据农村污水特点、农村规模分布特点以及从经济、生态价值等方面提出的。

2.1 土地渗滤处理技术

土地渗滤处理是最原始的污水处理方法,通过对

污水合理投配,充分利用土壤的吸附能力、土壤微生物降解能力及植物的吸收,使污水得到净化的一种污水处理工艺^[9]。该工艺具有投资少,运行费用低,易维护管理等特点,对于人口稀少,村落分布散,经济发展较为落后的地区宜采用。土地渗滤技术可分为:

2.1.1 慢速渗滤技术

慢速渗滤是将投配到土壤表面污水的在流经系统时通过土壤微生物作物对污水进行净化的处理技术。它适用于渗水性良好,蒸发量小及气候润湿的地区。

2.1.2 快速渗滤技术

快速渗滤是污水在重力作用下快速流过土壤,依靠土壤微生物将被土壤截留的溶解性悬浮有机物进行分解使污水得以净的工艺,是一种高效低耗经济的污处理与再生方法。适用于渗透性非常好的土壤,如砂土、砾石性砂土、砂质土等。

2.1.3 地表漫流技术

地表漫流是以表面布水或低压高压喷洒形式将污水有控制地投配到生长多年生牧草坡度和缓土地渗透性能低的坡面上,使污水在地表沿坡面缓慢流动过程中被植物摄取蒸发和渗入地下而得以充分净化的污水处理技术。它适用于渗透性低的黏土或亚黏土地面,最佳坡度为 2%~8%。

2.2 人工湿地污水处理技术

人工湿地是根据自然湿地模拟的人工生态系统,是一种由人工制造和监督控制的、类似沼泽地的地面,利用自然生态系统中的物理、化学和生物的三重协同作用来实现对污水的净化作用。按水流方式可分为地表流湿地、潜流湿地和垂直流湿地。人工制造的湿地系统,其生态系统中的生物种类多种多样,并处于人为控制之下,综合处理污水的能力受到人为设计控制,处理能力较强^[9]。资料表明,在进水浓度较低条件下,人工湿地对 BOD 的去除率可达 85%~95%,对 COD 的去除率可达 80%以上,处理出水的 BOD 浓度在 10 mg/L 左右,SS 小于 20 mg/L。对 N、P 的去除效果也很明显,潜流湿地中脱氮效率在 30%~40%间,对磷的去除率变化较大,从 40%~90%;表面流系统脱氮效率大于 50%,对磷的去除效果要好于潜流式,出水中的总 P 含量一般小于 1 mg/L。

对于地势平坦、坡地、居住相对集中的中、小村

庄,主要采用人工湿地污水处理技术,首先在相对集中的村庄建立厌氧沼气池^[7],通过管网将各户人畜粪便,生活污水;同时收集农作物秸秆输送到沼气池进行厌氧处理^[9]。污水中的大部分有机物经厌氧发酵后产生沼气,发酵后的污水被去除了大部分有机物,达到降低负荷的目的;产生的沼气可作为浴室和家庭用炊能源;沼液、沼渣可作为饲料,最后将剩余滤液,通过人工湿地系统进一步处理后,直接排放或回用灌溉农田。将厌氧沼气池和人工湿地有机结合,既处理了农村高负荷的污水,也实现了污水的资源化。

2.3 蚯蚓生态滤池污水处理技术

蚯蚓能够吞噬有机质,与其他分解者协同作用促进有机质降解,具有提高土壤通透气透水性能和促进有机物分解转化等生态功能;蚯蚓生态滤池是利用蚯蚓这一功能,再加上水体中其他微生物,通过物理过滤、吸附、好氧分解和污泥处理,分解污水中的有机物和营养物,促进含氮物质硝化与反硝化作用的处理技术。

这项技术是污染控制与资源化研究国家重点实验室、南京大学环境工程系苏东辉等人提出的^[9],适用于 50~300 户的集中型农户的污水处理系统。该示范工程将农户现有的化粪池改造后,或直接加以利用,用强化沟替代农户的沟渠或排污管,出水进蚯蚓生态滤池。滤池主要由布水装置、生态滤床和排水装置三部分组成。生态滤床从下层依次往上是:大石头(鹅卵石,Φ4~7 cm),小石头(Φ1~3 cm),沙子和土壤层,此层也可以是蚓粪层,是蚯蚓活动的主要场所,土壤上面可以种植一些植物。利用蚯蚓生物滤池同步处理污水和污泥是目前处理农村污水的比较绿色的处理技术,并且有利于促进农村经济的发展^[10]。Taylor 等^[11]采用有机固体废物作为蚯蚓过滤器滤床处理生活污水,考察了滤床高度对 COD、BOD₅、氨氮、总凯氏氮、硝态氮和磷的去除影响及规律。Li 等^[12]采用木屑和混有蚯蚓养殖物料的蚯蚓生物滤池处理养猪场废水,取得了一定的效果。

2.4 氧化塘污水处理技术

氧化塘是在自然池塘基础上发展起来的,结构简单,易于维护,基建费用低,人均建设费用为 150~250 元,为传统二级活性污泥法的 1/4,无设备运行费用,但氧化塘占地面积大。氧化塘处理废水对温度有一定要求,而北方冬季用此办法费用将高于

南方。进入氧化塘的污水应先经化粪池或沉淀池处理,去除污水中的悬浮物质,污水经氧化塘处理后可用于农田灌溉、环境绿化等。在环境要求较高,经济条件较好地区可在氧化塘^[13]前加自控 A/O、A²/O 或 SBR 处理工艺。此技术多适用于南方。北方也可以采用此种办法,但主要应用于水资源匮乏,经济不发达地区,在自然池塘或有沟渠地形的村庄最为合适。

3 结语

进入 21 世纪,在科技发展的同时也给我们的生活环境造成了一定程度的污染,目前农村污染的问题也在进一步加深,所以探寻农村污染治理方法迫在眉睫,尤其是在水污染处理这一方面。目前我国仍处于社会主义初级阶段,农村污水处理方法尚不完全,只能是根据当地具体情况采取最经济,最可行的处理技术。对于上述各污水处理技术,各地区采用时可以因地制宜,酌情选择,对这些技术的不足和尚待改进之处,在实际应用中可通过科学设计、优化组合,达到技术上的互补。

针对我国目前农村生活污水处理现状,治理工作提出以下建议:① 政府应当加强新农村环境建设宣传工作,鼓励,奖励公众参与环境建设,尤其是在水污染处理这方面,对于经济落后的,污染状况严重的地区给以财政支持;颁布一定的相关法律以及管理办法;培养环境人才赶赴农村污水处理一线;② 对于村镇企业村办企业生产废水,应执行国家相关的环保法规,按“三同时”要求进行治理,不预期治理的给以经济惩罚;③ 环境建设中,当地人民应该树立起责任心,尽可能采用符合当地实际情况的节能、高效、廉价的污水处理方法。

4 参考文献

- [1] 孔繁翔. 环境生物学[M]. 北京:高等教育出版社,2000: 235-236.
- [2] 王君丽,刘春光,斯东林,等. 我国农村污水处理与资源化存在问题及对策[D]. 农村污水处理及资源化利用学术研讨会论文集. 天津:中国农业生态环境保护协会,2008,10: 123-124.
- [3] 张克强. 农村污水处理技术[M]. 北京:中国农业科学技术出版社,2006.
- [4] 王庆永. 农村污水处理现状及处理模式探讨 [J]. 农技服务, 2009,26(3):141-142.
- [5] 王琳,王宝贞. 分散式污水处理与回用[M]. 北京:化学工业出版社,2003.
- [6] 宋志文,毕学军,曹军. 人工湿地及其在我国小城市污水处理中的应用[J]. 生态学杂志,2003,22(3):74-78.
- [7] Costanza R, D'Arge R, De Groot R, et al. The value of the world ecosystem services and natural capital[J]. Nature, 1997, 387: 253-260.
- [8] 周先敏. 沼气池在农村污水处理中的应用[J]. 山西建筑, 2009,35(30):178-179.
- [9] 苏东辉,郑正,王勇,等. 农村生活污水处理技术探讨[J]. 环境科学与技术,2005,28(1):79-81.
- [10] 刁治民,等. 蚯蚓的经济价值及开发应用前景[J]. 青海草业,2005,14(3):7-12.
- [11] Taylor M, Clarke W P, Greenfield P E. The treatment of domestic wastewater using small-scale vermin compost filter beds[J]. Ecol Eng, 2003,21(2/3):197-203.
- [12] Li Y S, Robin P, Cluzeau D, et al. Vermifiltration as a stage in reuse of swine waste water: monitoring methodology on an experimental farm[J]. Ecol Eng, 2008,32(4):301-309.
- [13] 李亚峰,佟玉衡,陈立杰. 实用废水处理技术[M]. 北京:化学工业出版社,2007.

Techniques for Sewage Treatment in Countryside

Wang Nina Zheng Lizhu

Abstract The urbanization of rural area in China has been developing more and more quickly. However, water pollution is also getting worse in the rural area, having serious influences on water source, land, and other natural environment. In order to build up a harmonious new countryside, to ensure the rural life quality improvement, and to narrow the gap between city and countryside, we must pay more attention to the water safety in countryside. The techniques suitable for sewage treatment in countryside are discussed, to support the future development.

Key words rural sewage water pollution in countryside sewage treatment

珠海市民及高校学生对垃圾分类和减废的认识 和参与调查比较研究

詹肇泰 王玮娜 包厚甲

(北京师范大学 - 香港浸会大学联合国际学院, 广东 珠海 519085)

摘 要 珠海市在垃圾分类和减废相关政策的执行过程中,市民的意识 and 参与起着至关重要的作用。本研究对珠海市民及高校学生有关垃圾分类和减废的观念和行为进行问卷调查,对垃圾分类和减废的现状和困难进行了分析、比较和探讨,并对问题的解决提出了建议。

关键词 垃圾分类 市民 高校学生 调查 珠海市

随着经济的飞速增长,生活方式的改变,日益增多的城市生活垃圾成为城市发展面临的巨大挑战。在城市环境建设和垃圾处理问题上,中国制定了《城市市容和环境卫生管理条例(1992)》、《城市生活垃圾分类标志(2003)》、《中华人民共和国固体废物污染环境防治法(2004)》和《城市生活垃圾管理办法(2007)》等法律和行政法规。珠海市作为中国第一批国家环境保护模范城市,制定了《珠海市环境保护十一五计划(2006)》、《珠海市生态建设四个百分百行动方案(2008)》、《珠海市全民清洁行动实施方案(2009)》和《珠海市生活垃圾分类收集处理实施方案(2010)》等文件,于 2010 年 10 月正式启动生活垃圾分类试点工作,以推动生活垃圾分类工作,促进城市生活垃圾的减量化、资源化和无害化。

本研究以问卷调查的形式展开,对在珠海生活的不同人群在垃圾分类和减废知识、态度和行为上进行比较。尝试对珠海地区公众的减废认识、态度和参与程度进行实证研究。此次调查对象主要是珠海市民和高校学生,开展对珠海市民情况的调查始于珠海垃圾分类试点的启动阶段,从而为珠海市推动垃圾分类项目建立基础性数据,也为政府日后相关工作的推进提供参考。高校学生一向被认为受教育程度普遍较高的群体,并且相对于市民可接触到更多的教育机会,用其与市民进行比较,可了解教育机构对减废知识、态度和行为的影响,为推广普及垃圾分类和减废相关知识提供参考。

1 调查方法

调查方法:问卷调查。本次调查的问卷共设计了 25 个问题,以单选题和多选题为主,辅以开放式的问题。调查内容涵盖了目标群体对垃圾分类和减废知识的了解、对相关问题的态度和看法以及参与实践的情况。

调查时间:2010 年 11~12 月。

调查地点:珠海高校校园(北京师范大学珠海分校、北京理工大学珠海分院、北京师范大学 - 香港浸会大学联合国际学院);珠海街头。

调查群体:珠海在校大学生 250 人及珠海居民 320 人,总计 570 人。

高校学生均为 18~25 岁的在校大学生,分别来自中山大学珠海校区、北京师范大学珠海分校、北京理工大学珠海分院、北京师范大学 - 香港浸会大学联合国际学院。珠海市民在金鼎市场、香洲百货商圈、吉大商圈街头随机选取。受调查珠海市民的年龄和受教育情况见表 1。

表 1 受调查珠海市民的年龄和受教育情况 %

年龄段	所占比率	教育程度	所占比率
18~25	48	小学	2
26~35	27	初中	22
36~45	16	高中	37
46~55	6	大学	35
55 以上	3	研究生及以上	4

2 结果与讨论

2.1 对垃圾分类和减废知识的了解

用“减少固体垃圾产生的最佳方法”和“可回收垃圾有哪些”2 个问题调查测试珠海大学生和珠海市民对垃圾分类和减废知识的了解。结果显示,珠海大学生的垃圾分类知识水平与珠海市民相近,只有少许胜出而没有绝对优势。

被访者从 5 种方法(包括从源头着手、回收、再利用、焚化和填埋)中选出 1 项他认为是减少固体垃圾的最佳方法。31%的大学生选择“从源头着手”,高于市民群体 25%的比例。回收和再利用也能有效减少垃圾,选择这 2 个答案的大学生和市民比例相近,分别为 65%和 67%。而“填埋和焚烧”的做法均会引起不同程度的二次污染,选择这 2 个选项的市民(8%)比大学生(4%)高出 1 倍。

被访者从 5 种垃圾(纸张、废旧电池、金属、塑料瓶和泔水油)中选出属于市政部门回收利用的垃圾。答案中纸张、废旧电池、金属和塑料瓶为正确选项,泔水油为错误选项。珠海大学生和珠海市民选出 4 个正确答案的人累积回答率分别是 282%和 267%(见表 2)。由此可见,大多数珠海大学生和珠海市民均能选出正确选项。然而,有 14%的珠海大学生和珠海市民选择了干扰项目(泔水油),2 个群体均表现出相同比例的错误颇令人感到意外。

表 2 被访者认为哪些是属于市政部门回收利用的垃圾 %

研究群体	纸张	废旧电池	金属	塑料瓶	泔水油
珠海大学生认为	67	75	76	64	14
珠海市民认为	60	67	70	70	14

2.2 对垃圾分类和减废的态度

在是否支持垃圾分类投放的问题上,表示强烈同意和同意的珠海大学生与珠海市民分别共占 85%和 82%,2 个群体的表现相似,见表 3。然而,44%的珠海大学生都表示强烈同意,珠海市民群体表示强烈同意的只占 26%。结果显示,珠海大学生有明显的较高的垃圾分类意识。

2.3 垃圾分类和减废的行动参与

在实践垃圾分类投放的问题上,珠海大学生和

表 3 对垃圾分类的态度比较 %

研究群体	强烈同意	同意	无所谓	反对	强烈反对
珠海大学生	44	41	12	2	1
珠海市民	26	56	14	3	1

市民的表现见表 4。完全参与垃圾分类投放的珠海大学生只占 17%,远低于珠海市民(27%)。另外,完全不参与垃圾分类投放的珠海大学生和珠海市民分别是 50%和 40%。总体结果显示,珠海大学生在实践垃圾分类投放的参与度上明显低于珠海市民。

表 4 处理生活垃圾的比较 %

研究群体	全部投放到垃圾箱	除废品出售外,其余全部投放到垃圾箱	除废品出售外,其余分类后再投放垃圾箱
珠海大学生	50	33	17
珠海市民	40	33	27

珠海大学生不单在垃圾分类投放方面的参与度较低,在推广和提醒周围人参与垃圾分类方面的程度也低于珠海市民。调查结果显示,会经常提醒周围的人进行垃圾分类的珠海市民(12%)比珠海大学生(6%)的比例高出 1 倍。然而,值得注意的是,积极推广垃圾分类的市民或大学生只占群体中的极少数。约有 1/3 的珠海市民(32%)和珠海大学生(36%)从不提醒周围的人进行垃圾分类,而超过一半的珠海市民(56%)和珠海大学生(58%)只是偶尔推广垃圾分类。因此,在这个问题上两者仍然有很大的改善空间。

减少包装垃圾是减废的一个重要途径。在实践源头减废方面,当面对同样质量的产品时,16%的大学生会选取少包装或无包装的产品,60%的大学生偶尔会,24%的大学生从不会。市民群体中,经常选取少包装或无包装的产品的人占 19%,偶尔会的占 66%,均高于大学生群体;从不会的市民比例(15%)却低于大学生。整体而言,珠海大学生在实践源头减废方面的意识略低于珠海市民。

2.4 参与垃圾分类的主要困难

对于大学生群体和市民,造成垃圾分类投放的主要困难为垃圾车来的时候又装到一起了,觉得分了也白分。对于大学生而言,次困难为搞不清垃圾怎

么分;对于市民而言,次困难为找不到分类垃圾箱,见表 5。

表 5 不参与垃圾分类的原因比较 %

研究群体	觉得分也白分、垃圾车来的时候又装到一起了	搞不清垃圾怎么分	找不到分类垃圾箱	觉得麻烦费事	从没考虑过垃圾分类
珠海大学生	31	29	17	15	8
珠海市民	36	15	30	12	7

在此之前的结果显示,大学生参与垃圾分类投放的比例较市民低,硬件提供(例如分类垃圾箱)并非造成这个问题的主要原因。阻碍大学生和市民参与垃圾分类投放的最大困难相同,均是觉得分了也白分、垃圾车来的时候又装到一起了,未来有关当局如要推行垃圾分类投放,能否解决这个问题是成功关键。值得关注的是,竟然有 29%的大学生搞不清楚该怎么分,比市民(15%)高出近 1 倍,这显示需要在大学里加大环境教育的力度。另外,有 30%的市

民找不到分类垃圾箱,比大学生(17%)高出近 1 倍,这可能跟校园内设施较多有关,也反映了应在市区内增加安放分类垃圾箱。

2.5 垃圾分类的宣教和推广

调查还发现,超过 7 成的受访者(75%珠海大学生和 73%市民)没有接受过垃圾分类和减废的相关教育培训,再次显示出需要在各个层面加大环保教育的力度和资源投放。

关于环保宣传教育采用哪些信息传播途径最能达到效果,调查结果显示出大学生和市民有不同的意见。对大学生群体来说,最有效的前 3 个信息传播途径为电视广播(26%),学校(25%)和口耳相传(15%),见表 6。高达 43%的珠海市民同样认为电视广播是最有效的信息传播途径,但是其次为网络(11%)和口耳相传(11%)。另外传统的报纸杂志和近年流行的户外广告在受访者心目中影响力较低。因此,投放资源用作环保信息传播时应多考虑利用电视广播、学校和网络。

表 6 最有效了解垃圾分类的知识与信息的方式比较 %

研究群体	电视广播	报纸杂志	户外广告	网络	学校	小区	口耳相传	工作机构	自己学习
珠海大学生	26	6	5	10	25	5	15	2	6
珠海市民	43	7	10	11	8	3	11	1	6

3.6 对垃圾按量收费的态度

将不分类的垃圾按量收费是一种有效控制垃圾增长甚至实现垃圾减量的方法。在华人城市中,台北市成功利用这个方法实现了“生活垃圾不落地”的目标,生活垃圾从 2000 年的 2 970 t 减至 2009 年的 1 009 t,台北市垃圾减少 67%,资源回收率从 2.4%提高到 45%^[4]。其它国家,例如德国、日本等,在垃圾管理方面都实行了类似的政策,取得了良好的效果。然而在垃圾按量收费问题上,调查结果显示,目标群体同意/强烈同意(33%珠海大学生,28%珠海市民)或反对/强烈反对(34%珠海大学生,37%珠海市民)的均不到半数,见表 7。值得注意的是,表示无所谓的被访者占 33%~35%,因此如果市政府计划垃圾按量收费,应着重考虑影响这批中立群体的意见。

2.7 参与公众论坛的意愿

表 7 对垃圾按量收费的态度比较 %

研究群体	强烈同意	同意	无所谓	反对	强烈反对
珠海大学生	2	31	33	26	8
珠海市民	3	25	35	29	8

调查还发现,珠海市民希望参与城市环境建设公共讨论的意向比珠海大学生高。47%的市民都希望能参与其中,但是只有 35%的大学生希望能有机会参与;虽然 45%的市民没想过参与公共讨论,但是没想过参与公共讨论的大学生更高达 60%。

3 总结

(1) 调查反映了无论校园教育还是公众普及教育都需要在垃圾分类和减废知识上加强,以协助珠海市在垃圾分类试点阶段的成功与后续推广。据珠海绿色联盟的各校绿色社团学生代表了解,在调查

的珠海 4 所高校中,只有北京师范大学-大学香港浸会大学联合国际学院的全人教育模式的环境意识课程中有涉及垃圾废品管理的课程内容。其余 3 所均没有专门设置的环境教育课程。学生代表认为学生拥有的相关知识主要来源于自身的学习和关注。4 所高校中的环保社团学生会自发在校园中进行垃圾分类和减废知识的活动推广,希望可以自下而上影响全校师生,可见有部分学生在垃圾分类和减废认知上是有其自主能动性的,也体现了学生的社会责任感。然而,具环境责任感的大学生占整体大学生的比例仍待进一步调查。

环境教育不仅是知识教育,更重要的是态度价值观教育、行为规范教育^[2]。在高校推行环境教育除了提供坚实的理论基础,应更加注重体验与实践的平台,让知识转化为意识行为,以培养出更多具有使命感的大学生。比如北京师范大学-香港浸会大学联合国际学院的全人教育模式,利用校园为实体作为学生参与及体验环境保护的平台,让学生们有更多的机会在实践中形成自己的价值观,在尝试中形成对自己、对国家和对社会的责任感,最终实现知行合一。

(2) 实现城市垃圾分类和减废是复杂和需要长期努力的社会课题,需要社会公民力量来推动。受访者中,高校学生主要是来自珠海以外地方(占 93%),其在垃圾分类和减废意识和实际行动上比珠海市民逊色,可能的解释是大学生因缺乏社会接触,而且参

与的社会活动不多,所以公民意识和社会归属感较市民低,故对于建设美好城市的投入程度不如珠海本地市民。

公民意识和社会归属感与珠海城市发展是密不可分的,珠海是国家首批环境模范城市的优越感和政府在过去 10 多年所作的环保推广工作,都激发市民具有较高的环保行为和意识。所以政府在推广垃圾分类和减废的相关政策,不仅是知识上的普及,更应令市民了解减废对城市建设的关键所在,让垃圾分类这一概念深入人心,让民众养成垃圾分类的习惯,建议可利用电视广播、学校和网络信息传播等有效途径加大宣传教育的力度。

综上所述,本调查比较研究从垃圾分类和减废的角度揭示了高校的环境教育仍有很大的发展空间和需要加强,特别是高校学生的社会责任感和公民意识的培养,如何让大学成为青年人步入社会的桥梁是值得深思和探索。政府在城市发展政策的制定,推行和执行方面,都要以市民的公民意识和社会归属感作为皈依。

4 参考文献

- [1] 任绍敏. 台北垃圾处理故事:教育永远不嫌迟[N]. 第一财经日报,2010-11-01(A19).
- [2] 王民. 环境意识及测评方法研究[M]. 北京:中国环境科学出版社,1999,7:301.

Comparison Between Resident and Student on Awareness and Participation in Solid Waste Reduction in Zhuhai

Tsim Siutai Wang Weina Bao Houjia

Abstract Zhuhai has been chosen as the first batch of national model cities for environmental protection by the central government of PRC since 1997. Community awareness and participation play critical roles in the successful implementation of governmental policies and regulations on waste reduction. In this study, people's perspective and behavior on solid waste reduction will be investigated in Zhuhai city. A questionnaire survey was performed, and about 500 Chinese adults (18+ years old) were interviewed on the street from November to December 2010. The results will give insight to environmental educators as well as environmental protection policy makers and operators to plan the strategy on solid waste reduction in future.

Key words solid waste reduction resident college students awareness participation

CONTENTS

Application of the Ambient Air Quality Monitoring and Early Warning System of Guangzhou in the Asian Games	<i>Wang Shaoyi, Zeng Yanjun, Ju Hong, et al</i> (1)
Establishment and Application of Water Environment Quality Security Monitoring System for Guangzhou Asian Games	<i>Wang Yujun, Dong Tianming, Chen Hongzhan, et al</i> (4)
PBL Aerosol Monitoring by Lidar over Guangzhou in Winter	<i>Liu Wenbin, Lun weiming, Kuang Junxia, et al</i> (7)
Analysis of Chemical Composition of PM _{2.5} in the Autumn and Winter in Guangzhou	<i>Wang Shaoyi, Zeng Yanjun, Ju Hong, et al</i> (11)
Establishment and Application of Water Quality Evaluation System for Guangzhou River Comprehensive Improvement	<i>Chen Hongzhan, Wang Yujun, Dong Tianming, et al</i> (15)
Case Analysis of Emergency Monitoring in Sudden Fish-death Incident	<i>Chen Hongzhan, Zhang Qianhua</i> (19)
Investigation on the Chemicals Usage in Representative Industries of Zengcheng City	<i>Zeng Yanjun, Chen Bingji</i> (22)
Maintenance of the Particulate Matter Monitor FH-62-C14	<i>Zhong Huaen</i> (25)
Health Risk Assessment of Urban Drinking Water Source	<i>Liu Xiuping</i> (28)
Application of the Seasonal Kendall's Test Method in Water Quality Tendency Analysis of Huangtan Reservoir	<i>Sun Song</i> (31)
Running and Development of Quality Management System in Environmental Monitoring Laboratory	<i>Wang Shaoyi, Yang Lihua</i> (34)
Quality Supervision in the Environmental Monitoring Laboratory	<i>Zheng Xijian</i> (38)
Confirmation of the Monitoring Tasks in Environmental Evaluation Criteria and Technical Specifications	<i>Zhang Qianhua, WangYujun, Wu Aidong</i> (42)
Techniques for Sewage Treatment in Countryside	<i>Wang Nina, Zheng Lizhu</i> (46)
Comparison Between Resident and Student on Awareness and Participation in Solid Waste Reduction in Zhuhai	<i>Tsim Siutai, Wang Weina, Bao Houjia</i> (49)