

GUANGZHOU ENVIRONMENTAL SCIENCE

Vol.32 No.1

# 广州环境科学

第32卷 第1期 (总第121期)



广州市环境科学学会 编印

1

2017

2017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 广州市环境保护局

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

准印证(粤A)L0160192

内部资料·免费交流

## 目 次

### 大气环境及污染防治

- 某电厂脱硝催化剂加层工程实例 ..... 李敏玲 (1)  
广州开发区大气预警系统设计实例分析 ..... 钟漂斯, 张雪梅 (4)  
广州某区 PM<sub>2.5</sub> 和气态污染物质量浓度的日变化特征及其相关性分析  
..... 张雪梅 (8)

### 水环境及污染防治

- 广州市流溪河流域水环境状况初步调查与保护措施研究  
..... 黄 霞, 赵 璐 (12)  
中山市某城区河涌水体污染分析及治理技术探讨 ..... 孙志鸿 (17)  
电镀行业清洁生产审核要点分析 ..... 陈敏婷 (22)  
某三甲医院医疗废水改造实例 ..... 陈敏婷 (25)

### 固体废物及处理

- 广州市危险废物最终处置能力分析 ..... 吴 淮, 周 琳 (28)

### 环境监测与分析

- 海珠湿地二期水质自动监测系统分析仪器性能测试及方法研究  
..... 李松涛 (30)  
国内外环境监测社会化需求分析及其对广州市的启示 ..... 王 进 (33)

### 环境评价

- 广州市推进突发环境事件环境损害评估对策建议  
..... 李明光, 杨 今 (39)

### 环境信息与计算机技术

- 微量振荡天平法颗粒物自动监测系统组建及管理  
..... 刘 莉, 黄祖照, 裴成磊 (43)

### 环境教育

- 在中学进行网络低碳教育的实践策略初探 ..... 梁 艳 (47)

### 动态信息与简讯

- 河涌两岸“散乱污”企业将被清理 ..... (46)  
珠三角拟打造全国首个水生态文明城市群 ..... (50)  
“生态广州·点滴关爱——2017年广州水环境保护创意大赛”启动仪式  
在广东广雅中学隆重举行 ..... (51)  
《广州环境科学》征稿启事 ..... (52)

### 封面摄影

- 群芳竞艳 ..... 邹碧娴

## 某电厂脱硝催化剂加层工程实例

李敏玲

(广州市环境保护投资发展公司, 广州 510055)

**摘要** 燃煤产生的氮氧化物带来一系列潜在的环境问题,增加了酸雨的污染程度,直接危害人类生存。因此,燃煤电厂根据国家 and 地方政府各项环保法律法规和要求,配套完善脱硝环保设施。但脱硝系统运行一段时间后,会面临的脱硝提效和催化剂效率降低等问题。本工程实例主要探讨大型燃煤电厂的脱硝工程后期改造思路。

**关键字** 脱硝 催化剂加层 后期改造

某电厂处于珠江三角洲地区的中心地带,珠江三角洲地区的污染属于复合型大气污染,随着烟气脱硫设备的安装和运行,二氧化硫的排放量将逐步得到控制,并导致氮氧化物污染问题凸显出来。近年来,在广东省,氮氧化物排放对酸雨形成的贡献呈上升趋势,酸雨中硝酸根离子与硫酸根离子的比值上升趋势明显,加强氮氧化物的污染控制已提到了议事日程。国外发达国家早已经把对氮氧化物的控制放到防治酸雨的首位,纷纷制定严格的燃煤电厂氮氧化物排放浓度标准。我省是一个燃煤大省,随着电力工业的持续发展,用于发电的煤量必将逐年增加,氮氧化物排放量也将逐年增加,从严控制燃煤电厂氮氧化物排放已成为必要<sup>[1]</sup>。

某电厂共建有 2 台 300 MW 燃煤机组,总装机容量 600 MW,并已于 2010 年完成了烟气脱硝工程。针对 2015 年《国家发展改革委环境保护部国家能源局关于实行燃煤电厂超低排放电价支持政策有关问题的通知》中“超低排放”要求,即燃煤发电机组大气污染物排放浓度基本符合燃气机组排放限值要求,氮氧化物排放浓度不高于 50 mg/m<sup>3</sup>。而某电厂的设计脱硝效率仅为 80%,对应 NO<sub>x</sub> 排放浓度 ≤ 130 mg/m<sup>3</sup>,在现有两层催化剂前提下,稳态运行工况的 NO<sub>x</sub> 入口浓度远低于设计值出口排放可满足 ≤ 100 mg/m<sup>3</sup> 要求,但负荷大幅变动或投退上层磨时,NO<sub>x</sub> 入口浓度就有可能达到或超过设计值,导致排放不达标,且随着催化剂活性的衰减,排放不达标时段也会随之增加。为解决变化工况下的排放超

标问题,就需牺牲部分催化剂寿命。综上所述,该电厂的脱硝系统需要进一步改造,达到脱硝提效的目的,以满足新的环保排放要求。

### 1 改造范围及目标

本项目在现有锅炉烟道(省煤器至空预器段)脱硝装置的催化剂进行,以进一步达到将烟气中氮氧化物控制在 50 mg/m<sup>3</sup> 以下的目的。

### 2 改造方案的选择

#### 2.1 改造方案的对比<sup>[2]</sup>

催化剂是影响 SCR 系统脱硝效率和运行状况重要因素。要求 SCR 的催化剂:① 具有较高的 NO<sub>x</sub> 选择性;② 在较低的温度下和较宽的温度范围内,具有较高的催化活性;③ 具有较好的抗化学稳定性、热稳定性、机械稳定性;④ 费用较低。

催化剂的寿命是指脱硝率、SO<sub>2</sub>/SO<sub>3</sub> 的转化率、氨逃逸率三者同时满足保证值的条件下的使用时间。当前,国家高度重视氮氧化物的减排治理即脱硝的工作,燃煤电厂等企业的脱硝普遍采用选择性催化还原技术(SCR),主要特点是采用催化剂完成脱硝反应。催化剂的化学寿命一般按 24 000 h 设计,因此新催化剂在运行 3~4 年后将由于失活而需要更换。导致催化剂活性衰减的原因有物理因素和化学因素。

根据对国内相关制造企业及使用单位的调研、收集情况来看,目前催化剂的更新策略有以下三种(见表 1):

表1 方案对比

	方案内容	优点	缺点
方案一	根据原脱硝系统设计 2+1, 视催化剂活性的衰减情况, 结合需要提高脱硝的要求, 在原来预留层位置新加一层催化剂	可以恢复脱硝设计效率, 还可以根据新的环保要求提高脱硝效率, 同时延长原装催化剂整体使用寿命	加层后, 脱硝反应器阻力增加(约 200 Pa), 风机电耗将随之增加
方案二	替换一层新的催化剂, 新催化剂视催化剂活性衰减情况以及新环保要求重新设计计算, 并将替换下来的一层旧的催化剂返厂再生后, 作为备品	不但可以恢复脱硝设计效率, 还可以根据新环保要求提高脱硝效率	(1) 加层后, 脱硝反应器阻力增加(约 1 500 Pa), 风机电耗将随之增加 (2) 再生备用的催化剂体积庞大(单层 212 m <sup>3</sup> /炉), 且催化剂保存需要一定的仓储要求 (3) 新换催化剂为提高效率需要加大数量(预计单层体积达 318 m <sup>3</sup> /炉), 模块规格与原装催化剂差别较大, 不利于以后催化剂再生互换
方案三	应用新工艺, 在机组检修期间对原装两层催化剂再生使用		催化剂再生只能恢复原催化剂活性, 脱硝效率只能维持在原设计状态, 无法实现脱硝系统提效的目的

## 2.2 改造方案选择分析

国内大部分燃煤电厂脱硝 SCR 系统都设计成多层催化剂, 一般为“2+1”模式, 预留 1 层。预留层加装时首先需要对加装的安全性进行评估, 包括系统压降增加, 整体质量增加, 性能指标等多方面。催化剂几何特性和化学组分与初装催化剂不一定相同, 可根据具体情况调整。加装预留层催化剂后, 不仅要求脱硝效率提高, 还需要确保 SO<sub>2</sub>/SO<sub>3</sub> 转化率小于 1%, 氨逃逸率低于 3 × 10<sup>-6</sup>, 保证脱硝系统的整体性能指标达到要求。多层催化剂在催化剂的寿命管理和系统性能方面更具灵活性。先添加预留层催化剂, 再依次更换旧催化剂层的方法广泛应用于国内外火电厂。该方法成熟、稳定、可靠, 考虑的因素相对较少。每次至少更换 1 层新催化剂, 所需催化剂量大。催化剂运行过程中, 及时根据脱硝催化剂的活性测试及运行工况分析制定催化剂的寿命管理计划。催化剂的相对潜能是指催化剂使用过程中的活性 K 与新催化剂活性的比值。一般随运行时间的增加, 相对潜能降低, 其越低说明使用中催化剂的活性越差。因此应随时检测催化剂相对潜能, 根据检测结果进行催化剂的加装、更换、再生。

根据国外公司的建设经验, 催化剂可以在 SCR 装置中分层布置, 一般可分 1~3 层, 1 层的效率在 25% 左右, 2 层总效率在 60%~80% 左右, 3 层总效率

在 80%~90% 以上。

催化剂的检测是进行催化剂加装、更换和再生的前提, 是催化剂寿命管理的核心内容。通过检测脱硝催化剂的效率、氨逃逸和 SO<sub>2</sub>/SO<sub>3</sub> 转化率等指标, 判断其是否失活, 并定期进行催化剂单体的检测和脱硝系统性能测试, 根据检测结果制定合适的运行维护计划, 充分发挥催化剂的应用价值。目前催化剂安装通常采用“2+1”模式, 活性降低时, 可首先通过加装 1 层新催化剂来提高活性, 当活性再次降低时, 需更换旧催化剂, 并对更换的旧催化剂进行再生。

基于某电厂 2012 年 10 月 1<sup>#</sup> 炉上层催化剂(运行时间约 21 000 h) 取样催化剂厂家试验结果: “350℃ 催化剂活性试验脱硝效率 65.4% (新催化剂为 72.2%, 达 62% 时需要增层), 接近催化剂需加层的水平”, 及某电厂对 2 台机组目前的两层催化剂运行状态评估, 认为 2014 年有必要对 1<sup>#</sup>、2<sup>#</sup> 机组脱硝催化剂进行加层处理。催化剂设计化学寿命 24 000 h (与烟气接触累计时间), 至 2014 年 6 月, 2 台机组的脱硝催化剂累积运行时间均超过 32 000 h, 按照厂家设计, 达到加层条件。

针对上述 3 种催化剂更新方案, 某电厂将结合脱硝性能试验结果以及脱硝提效的环保要求, 评估后, 拟采用方案一即催化剂加层方法。

### 3 设计参数

某电厂的 SCR 烟气脱硝装置于 2010 年投产,反应器采用“2+1”布置方式,初装两层平板式 SCR 催化剂(表 2、表 3)。每台锅炉设两台 SCR 反应器,布置在锅炉省煤器和空预器之间。

表 2 SCR 脱硝装置的原设计性能参数

项 目	性能设计值
脱硝效率 (%)	≥80
氨逃逸浓度 (μL/L)	≤3
SO <sub>2</sub> /SO <sub>3</sub> 转化率 (%)	≤1.0
压力损失 (Pa)	≤180

表 3 原两层催化剂参数

参 数	数 值
板块宽度 a (mm)	455
板块长度 L (mm)	662
壁厚 (mm)	0.7
波宽 (mm)	21.13
波高 (mm)	4.66
节距 (mm)	7.10
几何比表面积 (m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> )	300
催化剂模块 (长×宽×高)	1.8 m×0.9 m×1.6 m

### 4 方案确定

某电厂 1#、2# 机组 SCR 系统原本设计成多层催化剂,为“2+1”模式,预留 1 层。本项目主要是在预留层增加催化剂,以达到脱硝提效的环保要求。1#、2# 机组脱硝系统原装催化剂为日立(BHK)平板式催化剂,为保证催化剂统一性,保证脱硝反应器烟气流场满足原设计要求,新增催化剂仍采用原形式——平板式催化剂,主要催化剂规格参数参照原催化剂。最终确定催化剂模块数量为 96 套/炉,1 台炉 215.03 m<sup>3</sup> 执行标准。由于 2010 年设计时已经预留吹灰器、电、控设备和管道阀门等辅助设备,所以本项目不需要额外增加辅助设备。且某电厂从 2013 年 5 月起不再使用蒸汽吹灰器,全部使用声波吹灰器。

### 5 运行效果

项目改造后经有资质的单位验收监测,有关数据如表 4。

表 4 氮氧化物监测结果 mg/m<sup>3</sup>

时间	监测点名称	月均折算浓度
2016.5	1# 锅炉处理后	41.19
	2# 锅炉处理后	39.2
2016.6	1# 锅炉处理后	41.64
	2# 锅炉处理后	40.1
2016.7	1# 锅炉处理后	41.36
	2# 锅炉处理后	38.37
2016.8	1# 锅炉处理后	41.12
	2# 锅炉处理后	38.53
2016.9	1# 锅炉处理后	43.19
	2# 锅炉处理后	40.32

从监测结果可以看出,改造后氮氧化物的排放浓度满足了“超低排放”要求(氮氧化物排放浓度不高于 50 mg/m<sup>3</sup>)。

### 6 工程总结

根据脱硝系统催化剂实际运行情况采用催化剂加层方案,贯彻了前期脱硝工程的设计理念,进一步达到脱硝提效的目的。该改造工程长期运行效果表明,催化剂加层后氮氧化物去除效率较高,能稳定达到“超低排放”的要求,有一定的推广意义。催化剂加层可利用于大型燃煤机组脱硝工程过程中,随着环保标准要求越来越严格,脱硝工程前期可以先预设“2+1”层,在提标改造阶段直接对催化剂加层以提高脱硝效率,比催化剂再生和催化剂更换等方案更具经济和环保效益。

### 7 参考文献

- [1] 王文选,肖志均,夏怀祥. 火电厂脱硝技术综述[J]. 电力设备,2006,7(8):1-5.
- [2] 满雪,高维恒. SCR 脱硝催化剂的研究现状及展望[J]. 广州化工,2008,36(6):22-24.

# 广州开发区大气预警系统设计方案实例分析

钟漂斯 张雪梅

(广州开发区环境监测站, 广州 510730)

**摘要** 随着广州开发区经济社会的不断发展,工业区附近的各个居民生活小区相继落成,人口密度不断增大,由工业生产活动产生的大气环境风险问题变得日益突出。广州开发区大气预警系统是以 1 个超级自动监测站为核心,并辅以 10 个有毒有害污染物在线监测点(即微型子站)组成的在线监控网。该项目的建设有利于提高开发区环境监测应急能力,促进广州开发区的可持续发展。

**关键词** 预警系统 设计 可持续发展

广州开发区是首批国家级经济技术开发区之一,位于广州市东部,是广州市“东进”的龙头,地处珠江三角洲核心地带。随着开发区经济的不断发展,工业区附近的各个居民生活小区相继落成,人口密度不断增大,由工业生产活动产生的大气环境风险问题变得日益突出。而广州开发区现有的监测手段和监测技术已不能很好地满足环境监管的需求。为实时反映环境空气中特征污染物的污染程度和状况,快速对居民投诉的臭味来源做出准确判断,广州开发区政府投入财政资金,在居民敏感点建设超级空气质量监测子站,同时在重点企业的重点部位建设有毒有害污染物在线监测预警系统,实时掌握重点监控小区的环境空气质量信息,对重点企业超标排放实施预警预报,为环境监管和监督执法提供科学依据。

## 1 项目概况

### 1.1 项目背景

随着广州开发区经济的不断发展,位于工业区附近的各个居民生活小区相继落成,人口密度不断增大,因此由于工业生产活动产生的大气环境风险问题变得日益突出。开发区内工业企业众多,虽然均是建设了废气污染治理设施的企业,但由于行业排放的特点及管理上存在的漏洞,部分企业排放的污染物确实对周边居民的生活造成了影响。因小区居民经常投诉,开发区环境监管部门必须投入大量

人力物力来处理居民的投诉。监测人员则需频繁监测,由于都是手工监测,工作压力很大,同时,也有可能错过最佳的取样时间,无法对臭味的严重性和来源做出准确判断。因此建立一套可以随时移动,对有毒有害污染物及造成臭味影响的各种污染物进行实时监测,并对有可能排污的企业实施 24 h 全天候监控的监测系统十分必要。

本项目以区内空气质量投诉量较多的某大型居民生活小区为研究对象。该小区位于广州开发区中心地带,小区南侧为工业区,主要有电线电缆制造、制药、化工、电子产品制造业等重污染行业。周边企业排放的主要污染物为苯、甲苯、二甲苯、非甲烷总烃及臭气浓度等。当主导风向为东南风且扩散条件不好的情况下,该小区会受到工业废气的影响。

### 1.2 建设目标

本项目以开发区现有的大气环境监控体系为基础,通过全天候监控重点区域空气质量状况及潜在污染企业的污染状况,分析环境中有毒有害污染物及有臭味产生的污染物的浓度状况及变化趋势,在污染事件中快速、准确指向污染来源。在污染事件发生时,通过快速的数据分析和综合展示高效准确的指向污染来源,支持环保部门及时发现、制止污染行为,从根本上解决环境保护管理与居民诉求的矛盾。

(1) 建立“实时发现、及时预警”的有毒有害污染物及造成臭味影响的各种污染物的实时监测系统。

(2) 结合已建成的广州开发区环境污染源快速识别系统,当发生大气污染事故时,快速溯源,在最短的时间内可以快速锁定排放源,采取减排和控制措施,在最短时间内减少对公众的影响。

(3) 建立基于互联网+技术的大数据平台,将影响环境空气质量的相关数据进行整合,避免形成数据孤岛,为大气污染防治提供快速的科学支撑。

### 1.3 实施技术路线

本项目旨在建立先进的在线大气环境质量监测系统。该系统能智能运行,并以不低于每小时一次的频率对有毒有害污染物及造成臭味影响的各种污染物进行实时监测。该项目是基于互联网+大数据理念进行设计,由1个特定的超级自动监测站、10个有毒有害污染物在线监测点、数据决策支持中心(平台)组成,上述三部分同时也是数据信息流转的节点。项目技术路线图见图1。

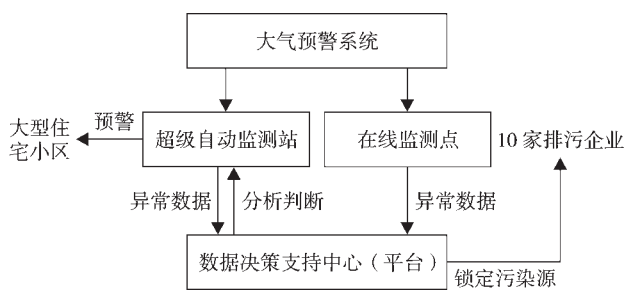


图1 项目技术路线

在业务流程上,可根据污染事件的发现来源做出不同的响应。

第一类是超级自动监测站率先发现污染浓度异常,在数据决策支持平台对报警数据真实性进行审核后作出快速的分析判断,在获知污染来源特征、来

源方向等信息后,对应查找潜在区域内监测点数据的情况后快速锁定污染源;若不匹配或者未知的情况下,则需进一步对来源区域进行深入排查。

第二类是污染来源影响在线监测点率先发现浓度异常,在数据决策支持平台对报警数据真实性进行审核后直接指向点位监控对象的污染源,或者扩展至其同一来源的周边污染源。

根据需求与建设目标,实现对大气环境监控数据进行三层智能处理:

(1) 采集环境空气自动监测数据,同时剔除与仪器状态、环境中预警异常数据和标记数据。

(2) 数据自动审核机制:对各监测数据按一定的审核规范进行自动审核(如突变、一直不变、数据偏高偏低等),审核不通过的进行内部标识,筛选后提供给人工审核。

(3) 针对工业区各个污染源排放的特点,在制定源图谱的基础上,对各个污染源特征污染物进行重点监控,建立安全指标、预警指标等,系统自动判别企业排放有无异常和非法情况,追踪其历史变化以得出有关预警分析。

## 2 超级环境空气自动监测站建设

### 2.1 站房的选址

基于10家排污企业与大型居民小区的位置关系,合理选择、组合优化多类监测仪器,以园区周边5~10 km 环境敏感点为保护目标,构建覆盖风险源、传输通道和环境敏感点的区域预警点。另一方面,监测区域的冬季盛行偏北风,春夏季盛行东南风,全年主风向为NNW-N风,频率为26.7%,但该区域主导风向不明显,年静风频率达7.59%。从主导风向和第二主导风向来说,宜在污染源的东南偏南方向或者西北方向寻找可布设点。风向玫瑰图见图2。

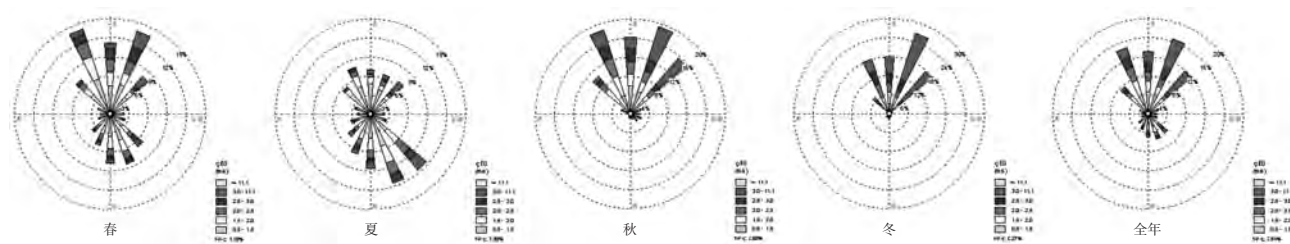


图2 风向玫瑰

综合上述关于监测点位的各项选择要求和环境因素,本项目站点选址在大型居民小区学校楼顶。项目所在地理位置见图3。



图3 项目所在地理位置

## 2.2 监测项目

结合本项目的实际情况并参考国内外相关监测体系的建设经验,在项目设备选型中,拟分两个层次来进行仪器的配备,力求最大限度及在最短时间内进行典型大气风险物质的覆盖:

一是区域性点位(园区边界及周边敏感点)优选采用挥发性有机物在线污染源识别质谱监测仪、大气重金属在线监测仪、在线氨气分析仪、有机硫化物分析仪、臭味分析仪、苯系物分析仪来实时在线监测厂区边界的风险物质,了解企业的日常排污情况,掌握有毒有害气体的时空变化趋势;

二是对于公共区域敏感点则安装相对比较简易的有毒有害气体检测仪,可以在不同方向多个位置安装,提供预警的功能,同时,在发生重大污染事故时,可以提供大量实时污染物浓度数据,结合气象数据便可以修正污染物预测模式的结果,确保准确对污染物的扩散方式和速度提供准确判断。

为了实现对环境中以及潜在污染企业的有毒有害污染物、臭味影响的污染物的浓度状况及变化趋势进行监控和分析,在污染事件中快速、准确指向污染源,结合小区周边企业的污染物排放类型,为超级自动监测站配备了在线监测仪器一套。

通过对仪器设备及分析方法的调查研究,确定本项目监测项目主要包括重金属、PM<sub>2.5</sub>、硫化氢、氨气、有机硫化物、苯系物、臭气浓度、挥发性有机物、气象6参数等。

## 3 有毒有害物质在线监测点(微型子站)建设

### 3.1 测点的选址

监测网的选址是需结合前期对区域内排污企业的行业分布、生产情况、排放状况的调查结果,同时结合群众以往投诉热点、以往执法处理的热点,以及开发区季节性主导风向分布等实际情况作综合考虑,一方面需保证选址能够覆盖区内臭气潜在污染源的各种类型、规模和主要点源和集中片区面源,另一方面保证选址能够准确反映其监控对象的排污影响变化。

根据上述原则,本项目拟在以下10家排污企业建立微型子站,具体点位见图4。



图4 10家排污企业具体点位

### 3.2 监测项目

通过梳理分析企业的原辅材料及生产工艺,选择使用量大、毒性危害大的大气风险物质作为本项目的主要监测对象。10家排污企业具体情况见表1。

## 4 站点智能运行和数据决策支持平台

本项目是借助互联网+大数据分析技术实现高效的污染来源判别。站点智能运行和数据决策支持平台将有效利用来自超级自动监测站、10个有毒有害污染物在线监测系统及其他来源数据,通过定制各类分析功能与方法实现从污染问题-污染成因-揭示污染来源的可视化展现,同时将数据实时推送至开发区环保局数字环保平台、开发区大数据中心等,实现更高级别的预警服务支撑。

超级自动监测站的最大优势是能够产生海量的



表 1 10 家排污企业具体情况

序号	企业名称	监测项目	方位	距离超级站点 (km)
1	香味剂厂	有组织 VOCs、臭气浓度、无组织臭气浓度	北偏东	1.9
2	塑胶厂 A	有组织苯、甲苯、二甲苯、非甲烷总烃、臭气浓度	南面	1.9
3	环氧树脂制造厂	有组织苯、甲苯、二甲苯、非甲烷总烃、臭气浓度	南面	1.5
4	香料厂	有组织臭气浓度、无组织臭气浓度	南面	0.8
5	电线电缆制造厂	有组织苯、甲苯、二甲苯、酚类、臭气浓度、无组织臭气浓度	南偏西	2.9
6	电子厂	有组织苯、甲苯、二甲苯、TVOC、非甲烷总烃、臭气浓度、无组织臭气浓度	南面	1.4
7	PVC 胶布厂	有组织苯、甲苯、二甲苯、TVOC、非甲烷总烃、臭气浓度、无组织臭气浓度	南面	1.1
8	电池厂	特征物是重金属,主要是铅	南偏西	2.9
9	塑胶厂 B	臭气浓度	南面	1.3
10	显示器厂	常规污染物 SO <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub> 、CO 和特征污染物 HCl、NH <sub>3</sub> 、氟化物、Cl <sub>2</sub> 、非甲烷总烃和 TVOC 及甲苯、二甲苯、甲醛等有毒有害挥发性有机物	西偏北	4.2

实时观测数据,为保证最大限度获取数据,利用先进的智能化采样管路技术、设备控制和状态监控技术、数据逻辑分析技术,开展自动化设备检查和质量控制,辅以监测数据有效性智能判别,从而提升监测数据的准确性和时间代表性;利用数据智能同化和实时存储传输等技术,实现数据的高效获取;利用定制的运维管理平台,在对接站点智能管理信息的同时开展标准化的人工运维管理业务,进一步提升运维管理的质量和效率,从而最大限度提高有效数据的获取能力。

超级自动监测站与 10 个有毒有害污染物在线监测系统均以互联网实时传输的方式向开发区监测站的数据中心报送数据。

架设在数据中心的数据决策支持平台将包括数据审核、数据分析、综合展示三部分功能。数据审核功能包括针对数据完整性、数据有效性甄别等方面的自动、人工结合的审核。数据分析功能以污染超标、毒性分析、污染源解析等为主题,采取对比、气象匹配、相互验证等手段,结合回归分析、聚类分析、趋势分析等分析方法,利用各类经典及定制、改进的智能模型,对区域超级自动站与 10 个重点部位有毒有害污染物在线监测系统的数据进行分析,从污染

特征性质、污染时间、传输方向、地理位置分布等方面实现精准指向污染来源的目标。综合展示功能则是以地理信息系统为基础,全面动态展示数据分析结论,实现从污染问题—污染成因—揭示污染来源的可视化展现。

站点智能运行和数据决策支持平台将数据实时推送至开发区环保局数字环保平台,利用该平台的决策支撑展示功能进一步提升数据可视化价值,有力支持环保部门的决策管理。

## 5 实施效果

广州开发区大气环境质量预警系统的建设,构建了一个全方位、多层次、广覆盖的先进的环境监测预警体系,符合国家和地区环境监测与预警体系发展要求,全面提升了开发区环境监测能力水平,开创了开发区环境监测事业的新局面。本项目的建设更有利于提高开发区环境监测应急能力,能够及时预警,快速锁定偷排漏排问题,快速锁定排放源,有效地减少有毒有害有机物的排放,同时满足附近居民的知情权,让居民了解空气质量的真实情况,减少投诉,有利于维护区域的稳定团结,促进广州开发区的可持续发展。

(下转第 38 页)

# 广州某区 PM<sub>2.5</sub> 和气态污染物质量浓度的日变化特征及其相关性分析

张雪梅

(广州开发区环境监测站, 广州 510730)

**摘要** 本文分析了 2015 年 3 月至 2016 年 2 月广州某区细颗粒物(PM<sub>2.5</sub>)和气态污染物(SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、CO、O<sub>3</sub>)质量浓度的日变化特征,并对 PM<sub>2.5</sub> 和气态污染物之间质量浓度的相关性进行分析,结果表明:PM<sub>2.5</sub>、SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、CO、O<sub>3</sub> 大气污染物存在一定规律的日变化特征。PM<sub>2.5</sub> 与 SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、CO、O<sub>3</sub> 全年质量浓度的相关系数范围分别为 0.184~0.219,0.271~0.436,0.170~0.368 和 0.051~0.318,存在一定的线性正相关关系。

**关键词** PM<sub>2.5</sub> 气态污染物 日变化特征 相关性分析

广州某区位于广州市东部,工业基础扎实,经济发展迅猛,工业产值常年位居广州市前列,是广州市最重要的经济发展区域。本文通过选取 2015 年 3 月至 2016 年 2 月广州某区 4 个环境空气自动监测子站自动监测的细颗粒物(PM<sub>2.5</sub>)和气态污染物(SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、CO、O<sub>3</sub>)数据,运用数理统计方法和软件分析各个污染物的时间序列上的浓度变化规律和相关性,评价该区域各个污染物的质量浓度污染水平,探讨其变化规律。

## 1 研究数据的获取

### 1.1 监测的设备和方法

为配合新《环境空气质量标准》(GB3095-2012)实施,加快环境空气质量监测与实时发布,政府采购了一批环境空气自动监测仪器设备。其中,PM<sub>2.5</sub> 环境空气自动监测仪器为美国著名的 METONE 公司生产,SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、CO 和 O<sub>3</sub> 环境空气自动监测仪器为湖北天虹环保工程有限公司生产。环境空气自动监测系统是采用传感器原理,24 h 连续自动监测环境空气中各污染物浓度值,并通过数据收集和和处理,准确反映区域空气质量状况。其中 PM<sub>2.5</sub> 检测方法为 β 射线吸收法,SO<sub>2</sub> 为紫外荧光法、NO<sub>2</sub> 为化学发光法、CO 为非分散红外吸收法、O<sub>3</sub> 为紫外吸收法。

### 1.2 监测的点位

本文选取科学城、永和、西区、镇龙 4 个环境空气自动监测子站作为研究点位。其中镇龙站点为广州市空气质量背景点,其余 3 个站点为污染监控点。各站点名称及位置如表 1 所示。

表 1 广州某区环境空气自动监测子站名称及位置

序号	站点名称	经度	纬度	站点功能
1	西区	113°31'32"	23°03'47"	污染监控点(评价点)
2	科学城	113°25'32"	23°10'20"	污染监控点(评价点)
3	永和区	113°32'50"	23°12'11"	污染监控点(评价点)
4	镇龙	113°33'43"	23°18'39"	背景点(评价点)

### 1.3 监测数据的处理原则

本文以该区 2015 年 3 月 1 日至 2016 年 2 月 29 日 4 个大气自动监测子站各大气污染物 1 h 浓度均值为基础,研究大气污染物的日变化特征和相关性。按通用的季节划分方式,将上述监测时段划分为四个季节,即:3 月 1 日至 5 月 31 日为春季,6 月 1 日至 8 月 31 日为夏季,9 月 1 日至 11 月 30 日为秋季,12 月 1 日次年 2 月 29 日为冬季。研究污染物的 24 h 逐时变化特征时,质量浓度变化范围取 4 个大气子

站每小时中污染物 25%~75%质量浓度值,最大值取 95%质量浓度值,最小值取 5%质量浓度值。

## 2 大气污染物的日变化特征

### 2.1 PM<sub>2.5</sub> 的日变化特征

PM<sub>2.5</sub> 春季小时质量浓度最大值出现在 23 时,最小值出现在凌晨 4 时;夏季和秋季小时质量浓度最大值都出现在 23 时,最小值分别出现在凌晨 4 时及 14 时;冬季小时质量浓度最大值都出现在 21 时,

最小值出现在 15 时。总体上,PM<sub>2.5</sub> 质量浓度呈现出夜间(21~23 时)较高,清晨(2~4 时)和日间(14~17 时)较低的污染趋势,这与该区人为排放源以及大气扩散条件日变化有很大关系。由于区内多条地铁线路和多个大型楼盘在紧密施工建设,因人为限制,许多施工车辆只允许夜间进出运输淤泥渣土,道路扬尘增加,且夜间气温低,大气相对稳定不利于污染物的扩散,导致颗粒物浓度出现夜间高于昼间的现象,见图 1。

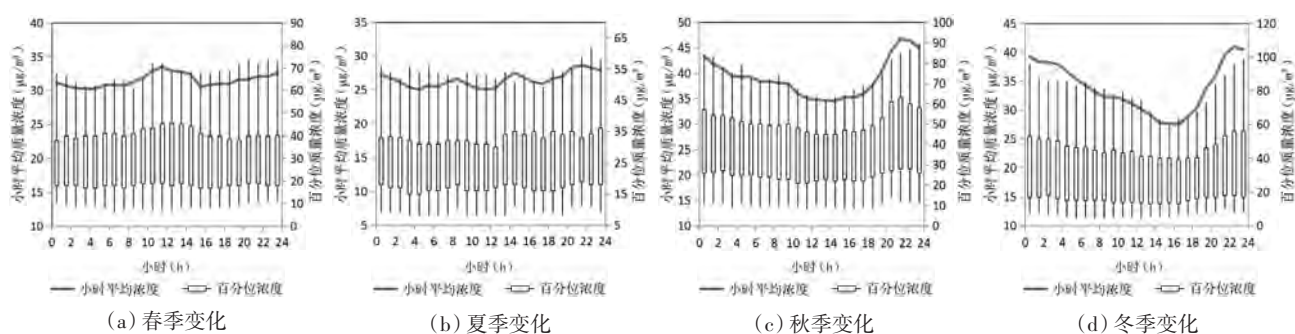


图 1 PM<sub>2.5</sub> 的小时值变化趋势

### 2.2 SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、CO 和 O<sub>3</sub> 的日变化特征

SO<sub>2</sub> 春季、夏季和秋季小时质量浓度最大值出现在 9~10 时,春季和夏季最小值出现在 16 时,秋季最小值出现在 19 时;SO<sub>2</sub> 冬季小时质量浓度最大

值出现在 12 时,最小值出现在 19 时。SO<sub>2</sub> 整体质量浓度范围变化不大,但最大值与浓度范围值有一定差距,主要是由于该区建有火力发电厂,导致该区域 SO<sub>2</sub> 浓度明显高于其他区域,见图 2。

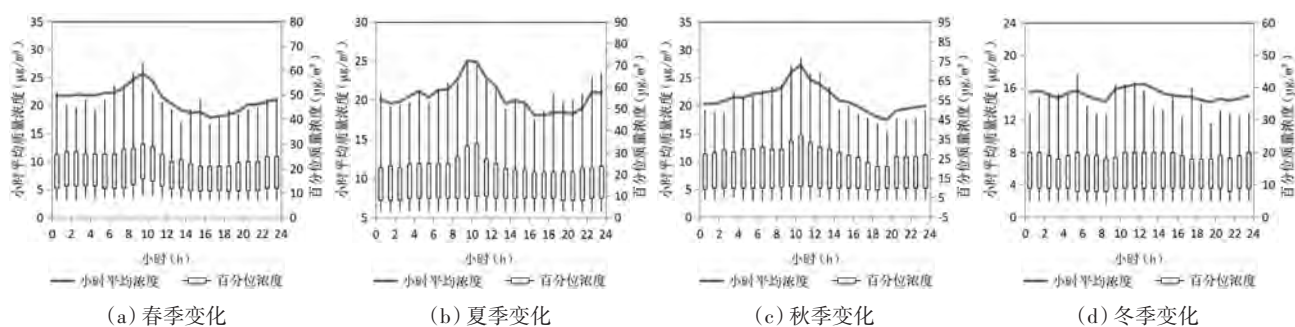


图 2 SO<sub>2</sub> 的小时值变化趋势

CO 四季日逐时浓度变化不大,0~7 时浓度基本持平,8~9 时浓度有个小高峰,随后浓度逐渐下降,于 12~14 时达到最低值,又于 21 时浓度上升到最大值。白天随着人类活动的增加,机动车排气污染增大,CO 浓度有所上升,随后趋于稳定并有所下降;夜间大气层稳定使其沉积,浓度升高,见图 3。

NO<sub>2</sub> 和 O<sub>3</sub> 日逐时浓度变化特征呈现明显的变化趋势。从 NO<sub>2</sub> 最大值浓度变化可以看出,NO<sub>2</sub> 日浓度变化呈现出早晚双峰型。NO<sub>2</sub> 于每天的 8~9 时出现浓度值的小高峰后逐步回落,于 14 时左右达到谷底值,并于夜间的 19~21 时达到最大值。氮氧化物浓度变化是一个复杂的过程,可能与汽车尾气排放

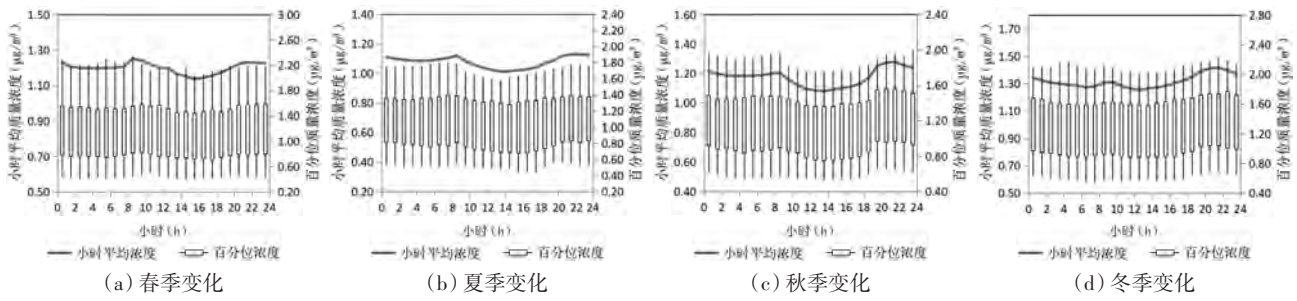


图3 CO的小时值变化趋势

和 O<sub>3</sub> 形成密切相关<sup>[2]</sup>。早高峰时,汽车尾气排放增加,NO<sub>2</sub> 浓度明显增加;随后由于中午太阳辐射增强,光化学反应加剧,氮氧化物作为 O<sub>3</sub> 生成的前置污染物被反应消耗,浓度明显下降;晚高峰时 NO<sub>2</sub> 浓度再次上升,加上夜间污染物不易扩散,到夜间

19~21 时达到高峰。O<sub>3</sub> 是典型的光化学反应的产物,日出后 O<sub>3</sub> 明显上升,在日照强烈的午后(14~16 时)达到最大值,随后一直缓慢下降至次日最低值。由于受太阳辐射强度和季节差异影响,O<sub>3</sub> 夏季和秋季日平均浓度明显高于春季和冬季,见图 4、图 5。

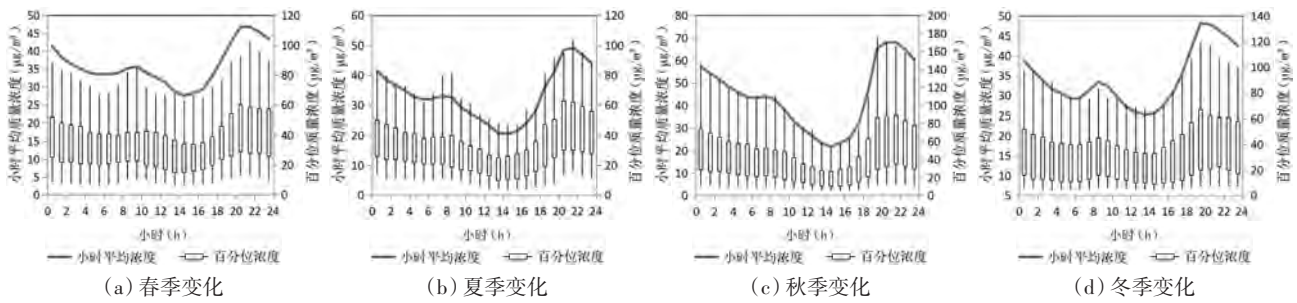


图4 NO<sub>2</sub>的小时值变化趋势

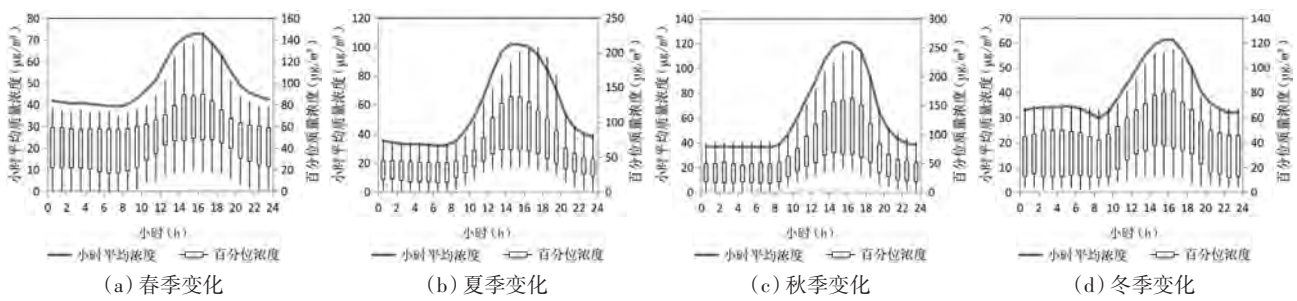


图5 O<sub>3</sub>的小时值变化趋势

总体来说,NO<sub>2</sub> 日变化呈现出早晚双峰型,O<sub>3</sub> 呈现典型的单峰型,而 SO<sub>2</sub> 和 CO 整体变化较平稳,偶有起伏。

### 3 大气污染物的相关性分析

细颗粒物 (PM<sub>2.5</sub>) 与气态污染物 (SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、

CO、O<sub>3</sub>) 的质量浓度之间存在某种相近或相反的变化趋势,本文应用 SPSS 软件研究颗粒物与气态污染物质量浓度之间的相关性,得出其相关系数,分析它们在 4 个不同季节的线性相关关系。PM<sub>2.5</sub> 与 4 种气态污染物之间的春季的质量浓度相关系数如表 2 所示。

表 2 PM<sub>2.5</sub> 与 四种 气态 污染物 质量 浓度 相关 系数

污染物	春季	夏季	秋季	冬季
SO <sub>2</sub>	0.219	0.184	0.192	0.192
NO <sub>2</sub>	0.436	0.271	0.386	0.381
CO	0.368	0.170	0.219	0.204
O <sub>3</sub>	0.318	0.316	0.183	0.051

由相关系数表可以看出,PM<sub>2.5</sub> 与 SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、CO、O<sub>3</sub> 四种气态污染物均存在一定的线性正相关关系。其中,PM<sub>2.5</sub> 与 SO<sub>2</sub> 的四个季节的相关系数范围为 0.184~0.219,各季节相关性大小为春季>秋季=冬季>夏季;PM<sub>2.5</sub> 与 NO<sub>2</sub> 的四个季节的相关系数范围为 0.271~0.436,各季节相关性大小为春季>秋季>冬季>夏季;PM<sub>2.5</sub> 与 CO 的四个季节的相关系数范围为 0.170~0.368,各季节相关性大小为春季>秋季>冬季>夏季;PM<sub>2.5</sub> 与 O<sub>3</sub> 的四个季节的相关系数范围为 0.051~0.318,各季节相关性大小为春季>夏季>秋季>冬季。PM<sub>2.5</sub> 与 SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、CO 存在相似的相关性变化趋势,均体现为春、秋两季相关系数较高,而冬、夏季节的相关系数较低。主要是因为春、秋季节气候变化起伏不大,相应地 PM<sub>2.5</sub>、SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、CO 质量浓度变化较平稳,相关性强。而冬季有雾霾现象,个别时段 PM<sub>2.5</sub> 质量浓度异常偏高,呈严重污染,因此与其他气态污染物相关性减弱。因此,颗粒物和气态污染物的相关性与不同季节的气象条件密切相关<sup>[9]</sup>。

## 4 结论

本文选取广州某区 4 个大气自动监测站点实时获取的 PM<sub>2.5</sub>、SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、CO 和 O<sub>3</sub> 的质量浓度来表征该区域大气污染状况,监测数据完整,监测结果有一定代表性。从 2015 年 3 月 1 日至 2016 年 2 月 29 日获取的各监测站点小时值来看,上述五种大气污染物存在明显的日变化特征。PM<sub>2.5</sub> 日变化特征呈现出夜间污染水平较白天严重。NO<sub>2</sub> 日变化呈现出早晚双峰型,可能与汽车尾气排放和 O<sub>3</sub> 形成有关。O<sub>3</sub> 呈现典型的单峰型,于日照强烈的午后浓度最大,各季节浓度差异也较明显。而 SO<sub>2</sub> 和 CO 全年整体变化平稳,偶有起伏。

另外对 PM<sub>2.5</sub> 与 SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、CO、O<sub>3</sub> 气态污染物的相关性分析可知,PM<sub>2.5</sub> 与 SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、CO、O<sub>3</sub> 气态污染物全年质量浓度的相关系数范围分别为 0.184~0.219,0.271~0.436,0.170~0.368 和 0.051~0.318,存在一定的线性正相关关系。颗粒物和气态污染物之间的相关性除了受固定污染源排放、流动的机动车尾气排放和气候因素影响外,还可能与污染物之间相互转化、演变的复杂的反应机理过程有关。

## 5 参考文献

- [1] 李培,王新,柴发合,等.我国城市大气污染控制综合管理对策[J].环境与可持续发展,2011(5):8-14.
- [2] Chen L Y,Kwok W S,Lee S C,et al. Spatial Variation of mass concentration of roadside suspended particulate matter in metropolitan Hong Kong[J]. Atmospheric Environment,2001,35(18):3167-3176.
- [3] 肖新平.灰色聚类关联分析法及其在大气环境质量评价中的应用[J].环境科学进展,1997,5(4):57-63.

# Diurnal Variation and Correlation Analysis of Mass Concentration of PM<sub>2.5</sub> and Gaseous Pollutants in a District in Guangzhou

Zhang Xuemei

**Abstract** Based on the air automatic monitoring data of PM<sub>2.5</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO, O<sub>3</sub> from March 2015 to February 2016 in Guangzhou Development District, the study systematically analyzed diurnal variation and correlation of mass concentration of these major air pollutants. It found that there existed regular law of diurnal variation in these air pollutants. There were certain linear positive correlation between PM<sub>2.5</sub> and four kinds of gaseous pollutants (SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO, O<sub>3</sub>), and the correlation coefficient ranges of the annual mass concentration were respectively 0.184~0.219, 0.271~0.436, 0.170~0.368 and 0.051~0.318.

**Key words** particulate matter 2.5 (PM<sub>2.5</sub>) gaseous pollutants diurnal variation correlation analysis

# 广州市流溪河流域水环境状况初步调查与保护措施研究

黄霞<sup>1</sup> 赵璐<sup>2</sup>

(<sup>1</sup>广州市环境监测中心站, 广州 510030; <sup>2</sup>广州市环境保护科学研究院, 广州 510030)

**摘要** 本文介绍了流溪河流域基本环境概况,分析了水环境质量现状、污染源情况,在此基础上提出水污染防治与水质修复相关措施、建议,旨在有效提升流溪河流域水环境质量。

**关键词** 流溪河流域 水环境 污染源 水污染防治 广州市

流溪河是流经广州市辖行政区内最长的一条河流,全长约 171 km,流域总面积约 2 300 km<sup>2</sup>,涉及广州市从化、花都、黄埔、白云 4 个行政区 21 个镇街。流溪河流域是广州市最重要的饮用水水源地,对于广州市水资源开发利用,发挥着积极和重要的作用。但近年来,随着经济社会发展,流域内水污染负荷不断增大,城市污水处理厂建设滞后,导致大量生活污水未经处理直接排放,对流溪河流域水环境造成不良影响。环保部门监测数据表明,流溪河下游主要水质指标总体处于劣 V 类水平,远未达水环境功能区要求。本文重点介绍流溪河流域水环境质量现状,结合污染源分析和广州市实际情况,提出水污染防治与水质修复措施、建议,以期减轻该流域水污染负荷,保护广州市饮用水水源地水质和改善广州市水环境提供参考。

## 1 流溪河流域基本概况

流溪河流域位于广州市北部,东经 113°10'12"~114°2'00",北纬 23°12'30"~23°57'36",北回归线(N23°26')横贯流域中部。流域呈东北至西南向的狭长形,南北约长 116 km,东西宽约 20 km,流域面积按河口(南岗)计量为 2 300 km<sup>2</sup>,其上游全在从化区内,约占全流域面积的 64%,这部分流域多处在山区和高丘区,中间有大片平坦地;另有 36%的流域面积为低丘和平原地区,是流域的中、下游区,分属于花都区的花东、花山和白云区管辖,流溪河流域范围见图 1 所示。

流溪河发源于广州市吕田镇的桂峰山,流经从

化区的良口、温泉、街口、太平场,花都区的花山、花东,白云区的钟落潭、竹料、人和、江高等地,在南岗(河口)与白坭河汇合后汇入珠江。流溪河除主干流外,还有众多的支流,但其支流受流域地形限制多为源短流小,其中集雨面积在 100 km<sup>2</sup> 以上的支流有 5 条,包括上游的玉溪水、吕田河、汾田水及中、下游的龙潭河和小梅河。



图 1 广州市流溪河流域范围、主干流水环境功能区划分及断面位置

气象方面,流溪河流域地处于亚热带,气候温湿,雨量丰沛。据广州市水文分局有关资料显示,流域多年平均年降雨量 1 800 mm,最大年平均值达 2 470 mm(1959 年),最小年平均值 1 250 mm(1963 年)。流域内降雨以锋面雨和台风雨为主,其他的是对流(热雷)雨和地形雨,降雨有较强的季节性,而且有强度大、面积广的特点。全年降雨多集中在 4~9 月,这段时间的降雨量约占全年雨量的 84%,其中又以 5、6 月降雨量为最多,约占全年雨量的 40%。

社会经济方面,流溪河流域流经广州市下辖区

政区最新调整范围内的从化区、花都区、白云区和黄埔区的部分区域,2014 年上述 4 区国民生产总值达到了 5 110.75 亿元<sup>[1]</sup>。

## 2 流溪河流域水环境质量现状

本文收集整理了广州市环保部门 2012~2014 年流溪河流域水库(坝下)、温泉、流溪河山庄、太平、人和与江村共 6 个断面(断面位置图见图 1)以及流溪河太平(从化段)、李溪坝(花都段)、河口(白云段)3 个断面 2015 年加密监测数据,评估了流域水环境质量现状。

其中,监测指标为《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)的 24 项基本项目,分别为水温、pH 值、溶解氧、高锰酸盐指数、化学需氧量、五日生化需氧量、氨氮、总磷、总氮、铜、锌、氟化物、硒、砷、汞、镉、铬(六价)、铅、氰化物、挥发酚、石油类、阴离子洗涤剂、硫化物、粪大肠菌群等;评价标准采用《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)项目及相应类别标准限值;评价方法按照《关于印发〈地表水环境质量评价办法(试行)〉的通知》(环办[2011]22 号)采用单因子评价法进行评价;水环境功能区达标情况以 2011 年 2 月广东省环境保护厅印发《广东省地表水环境功能区划》(粤环[2011]14 号)中确定的水环境功能区目标作为标准,采用单因子评价法进行评价。

结果表明,从化区水库、温泉、山庄、太平现有水质水平满足断面水质目标要求,白云区人和、江村断面总体水平处于劣 V 类水平,远达不到 II 类水环境功能区目标;流溪河流域 3 个加密监测断面太平、李溪坝、河口分别位于流溪河的上、中、下游,以太平以上为界的流溪河上游(即从化段)近几年都能基本达到水质目标要求,而太平以下至李溪坝以及李溪坝为界的中、下游(即白云段)水质分别处于 IV 类和劣 V 类水平,未达目标水质要求。

## 3 流溪河流域水环境污染源情况

### 3.1 工业污染源情况

针对流溪河流域所涉四个区域从化区、花都区、白云区和黄埔区内重点工业企业分析排污情况,包括重点排污单位名录及分布、污染源排放种类、污染物排放量及污染产业结构等。根据环境统计数据<sup>[2]</sup>,整个流溪河流域内在册工业企业共 186 家,其中企业自建污水处理设施 141 家,主要污染物排放企业类别主要有重金属行业、纺织业、化妆品行业、皮革业等,工业企业分布主要集中在流溪河流域的中下游。工业污水排放量为 1 663.6 万 t,COD、氨氮、石油类、挥发酚、氰化物、总铬和六价铬等污染物排放量分别为 1 280.79 t、101.52 t、12.74 t、73.60 kg、23.41 kg、72.64 kg 和 44.67 kg,见表 1。

表 1 流域内工业企业污染源排放情况

行政区域	企业数量(家)	自建污水处理措施企业数(家)	工业废水排放量(万 t)	产生量							排放量						
				COD(t)	氨氮(t)	石油类(t)	挥发酚(kg)	氰化物(kg)	总铬(kg)	六价铬(kg)	COD(t)	氨氮(t)	石油类(t)	挥发酚(kg)	氰化物(kg)	总铬(kg)	六价铬(kg)
从化	68	50	468.13	3 528.15	64.15	11.33	0.71	1.50	183.07	2.07	479.37	35.99	3.35	0.71	1.50	18.01	2.01
花都	22	19	162.62	935.00	23.90	0	0	0	0	0	96.48	2.31	0	0	0	0	0
白云	86	64	679.85	4 122.59	193.46	94.93	270.27	384.57	1 119.79	626.67	601.16	54.95	9.29	72.89	15.32	53.07	41.32
黄埔	10	8	353.00	486.62	22.57	0.35	0.00	77.67	718.80	254.90	103.78	8.28	0.10	0.00	6.59	1.57	1.34
合计	186	141	1 663.60	9 072.35	304.09	106.61	270.98	463.75	2 021.66	883.64	1 280.79	101.52	12.74	73.60	23.41	72.64	44.67

### 3.2 生活污染源情况

生活污染源的调查范围覆盖从化区内的“三街

五镇”、花都区的花东和花山镇、白云区的“十八街四镇”以及新黄埔区的九龙镇部分地区。

按照广东省质量技术监督局颁布的《广东省用水定额》(DB44/T1461-2014)中综合生活污水排放定额,统计出区域内各镇(包括建成区、居住小区及自然村各类人口)、各街道(包括建成区及外围自然村各类人口)、工业聚集区各类人口,计算出本镇、本街道、本工业聚集区生活污水排放总量。其中,行政镇街建成区和自然村落综合生活用水定额分别取

250 L/人·d、230 L/人·d,产污系数取0.9进行计算。流溪河流域内上述各行政区内的农村自然村数量共有269条,流域内现建有集中式城镇污水处理厂13家,目前总的处理规模为26.15万t/d,根据城镇建成区生活污水实际处理量和农村生活污水平均处理率(60%)统计计算,得出流域内生活污水总的排放情况,见表2。

表2 流域内调查区域生活污水排放情况

万 t/d

所属行政区	城镇污水总产生量	城镇污水处理厂处理量	未经处理的城镇污水排放量	农村污水产生总量	农村生活污水处理量	未经处理农村生活污水排放量	未经处理生活污水排放总量
从化区	9.83	6.41	3.42	7.24	4.34	2.90	6.32
花都区	2.63	2.08	0.55	2.53	1.52	1.01	1.56
白云区	22.09	17.23	4.86	10.92	6.55	4.37	9.23
黄埔区	1.28	0.43	0.85	0.51	0.31	0.20	1.05
合计	35.83	26.15	9.68	21.20	12.72	8.48	18.16

可见,整个流域每年共产生生活废水57.03万t/d,管网收集生活废水38.87万t/d,整个流域管网收集率为68.16%,其中城镇污水产生量为35.83万t/d,管网收集率为72.98%,管网收集能力明显不足。

### 3.3 畜禽养殖污染源情况

通过调查该流域规模化畜禽养殖场以及部分专业个体养殖户(共174家),估算流溪河流域畜禽养殖污染源情况,污染物浓度参考该标准最高允许日均排放浓度化学需氧量380 mg/L、氨氮70 mg/L、总磷7.0 mg/L。经计算,流域内规模养殖场污染物废水年产生量585.37万t,其中COD、氨氮、总磷排放量分别为2224.41 t、409.76 t和40.98 t,见表3。

表3 流溪河流域畜禽养殖场情况一览

养殖类型	养殖场数量(家)	废水排放量(t)	排放量(t)		
			COD	氨氮	总磷
从化	53	1063078.93	403.97	74.42	7.44
花都	15	489371.93	185.96	34.26	3.43
白云	71	2237865.01	850.39	156.65	15.67
黄埔	35	2063390.63	784.09	144.44	14.44
合计	174	5853706.48	2224.41	409.76	40.98

### 3.4 农业面源污染情况

农业面源污染主要包括农业灌溉面源污染和降雨径流面源污染。农业灌溉面源污染方面,水田COD、NH<sub>3</sub>-N、TP水污染负荷污染物浓度值分别取11.44、0.23、0.3 mg/L,菜地分别取37.04、0.45、0.09 mg/L,果园分别取37.41、0.41、0.1 mg/L,旱地分别取27.14、0.25、0.36 mg/L<sup>[9]</sup>;粮食、蔬菜、果树、花卉灌溉用水定额分别取300、150、260、500 m<sup>3</sup>/亩·年<sup>[4]</sup>;参照《中华人民共和国国民经济和社会发展第十二个五年规划纲要》中统计数据,2015年我国农业灌溉用水有效利用系数取0.53。降雨径流面源污染方面,流溪河流域多年平均年降雨量取1800 mm,入河系数取0.65。经计算,流溪河流域内农业面源水污染负荷如表4所示。

### 3.5 水污染源分类统计

流溪河流域污染点源主要包括工业污染废水、生活污染废水和畜禽养殖废水。通过对表3~5数据进行分析可得,每年排入流溪河流域的点源污染废水达到8877.37万t,其中白云区最多,占整个流域废水排放量的48.12%;流域内生活污染源的贡献最大,占到整个流域废水排放总量的75%,其次为工业污染源,占比19%;而畜禽养殖污染只占到6%。



表 4 流域内各区农业面源水污染负荷估算结果汇总 t/a

指标	区域名称	灌溉面源	降雨径流面源	合计
COD	从化	3 058.13	9 701.29	12 759.42
	花都	239.25	785.16	1 024.42
	白云	1 331.29	1 249.73	2 581.02
	黄埔	142.78	563.11	705.88
	合计	4 771.45	12 299.30	17 070.74
NH <sub>3</sub> -N	从化	39.36	950.00	989.36
	花都	3.29	75.31	78.60
	白云	17.17	116.86	134.03
	黄埔	1.61	52.24	53.84
	合计	61.42	1 194.41	1 255.84
TP	从化	23.49	78.64	102.13
	花都	2.61	7.89	10.50
	白云	10.31	10.49	20.80
	黄埔	1.22	4.01	5.23
	合计	37.63	101.03	138.66

而农业面源污染作为水污染中一部分,在整个水体污染中占据了相当大一部分,初期雨水的直接排放是造成面源污染的重要原因。参考相关文献,当初期径流体积占全部径流量的 20%时,初期径流中污染物所占总比例可以达到 80%以上<sup>[5]</sup>,而在相关雨水径流面污染负荷的计算模型研究中发现,降雨强度对径流污染物浓度会产生重大影响,降雨强度大冲刷动能亦大,会增大径流中污染物的浓度<sup>[6]</sup>。根据流溪河流域暴雨降雨频次高这一特点,本文取用全部降雨径流及灌溉径流总量的 10%作为排入流溪河流域面源污水量的估算值。

分析表 1~4 相关数据,从污染物排放情况看,农业面源的废水排放量最多,整个流域农业面源占到整个废水排放量的 78%,表明农业面源是流域内引起污染的重要原因,其次为生活污水,见图 2。

流溪河流域污水量排放

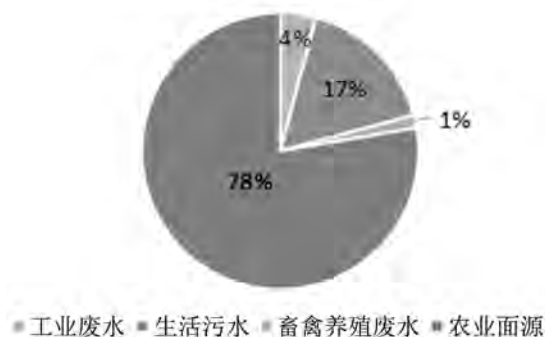


图 2 广州市流溪河流域污染源分类情况

## 4 流溪河流域水污染防治与水质修复措施及建议

流溪河流域水环境治理目标分几个阶段:近期到 2017 年,划定地表水环境功能区的水体基本消除劣 V 类(根据 2016 年广州市水污染防治行动计划实施方案);中期到 2020 年,流溪河跨行政区域交接断面达到或优于国家地表水环境质量 III 类水质标准(根据广州市流溪河流域保护条例);远期到 2025 年底,流溪河上游形成充分满足广州市战略需要的饮用水备用水源,形成稳定安全的战略水源格局:良口断面达到 I 类水质标准,太平断面达到 II 类水质标准,李溪坝以下断面优于 III 类水质标准(根据广州市流溪河流域水环境综合整治工作方案)。针对上述目标,结合水质现状及污染源情况,提出水质修复措施及建议。

### 4.1 农业面源治理方面

针对流溪河流域农业面源污染涉及范围广、随机性大、隐蔽性强、不易监测、难以量化、控制难度大等特点,应把治理农业面源污染与发展生态农业和建设新农村结合起来。主要从以下几个方面入手:大力推进农业结构调整,优化农业生态布局,科学合理地使用化肥和农药;发展生态农业,提高农业生态经济效益;加强河道亲水岸线整治及流域生态建设,结合流溪河实际地形地貌,加大人工湿地的建设,沿河建立“生态缓冲带”;加大资金投入,推进先进科技,为解决农业面源污染提供技术保障;提高公众尤其是农民的环境意识。

#### 4.2 生活污染治理方面

生活污染源主要包括城镇生活污水处理和农村生活污水处理两方面。

城镇生活污水治理:加强污水收集系统、配套管网及污水处理厂的建设、提高现有城镇污水处理厂负荷率、对现有达不到排放标准的污水处理厂要提出水质提标要求、加强初雨收集和污水处理厂运行监督等。

农村生活污水处理:加快城郊农村生活污水处理设施建设,提倡就近接入城镇市政管网,加快农村生活污水处理设施及管网建设,提高农村生活污水处理率,加大农村污水处理资金的投入和加强农村污水处理设施后期的运行管理。

#### 4.3 工业污染治理方面

严把建设项目审批关,推进企业清洁生产,限制高耗能、高污染项目建设;鼓励现有及新建工业企业进入专业化工业园区,各工业园区应配套建设工业废水集中处理设施,集中收集处理园区各企业废水。加强产业引导,对符合产业政策或环境选址的现有单位要加强引导完善环保手续,对不符合产业政策,采用落后生产工艺进行生产的污染源,以及无牌无证、证照不齐的小工厂、小作坊或落后产能的要限期关停。深化完善企业排污许可证制度和污染物总量控制制度,严格控制污染物排放。强化工业废水和重点行业工业废水排放控制。重点控制纺织、金属制造、化妆品、农副产品加工等行业的污水排放。加快工业污水处理系统建设,提高重点污染源在线监测能力,提高工业废水处理率和达标率。

#### 4.4 畜禽养殖污染治理

加强核查关闭清理《广州市生猪养殖管理办法》划定的生猪禁养区内的所有生猪养殖场(户);对非禁养区域内不符合规划、用地、环保、防疫要求或有关手续不完备的生猪养殖场户,要求停产整治,逾期未完成整改的,依法予以关闭清理。鼓励发展大型现代化生猪养殖场,促进养殖业走向生产专业化、集约化和生态化,实现分散养殖污染集中治理。加大扶持大型现代化养殖场的养殖设施、环保设施建设和标准化改造等的资金投入。推广生态养殖模式和洁净养殖技术。

加大畜禽养殖业执法和监管力度,定期开展各项专项执法行动,严格查处违法行为,坚决依法关停、取缔污染排放不能达到环保要求、在限期内无法完成整改的养殖场。逐步将规模化畜禽养殖场(区)环境污染及治理纳入日常环境监管。

### 5 参考文献

- [1] 广州市统计局,国家统计局广州调查队. 2015 广州统计年鉴[M]. 北京:中国统计出版社,2015:41.
- [2] 广州市环境保护局.广州市 2014 年环境统计手册[G]. 广州:广州市环境保护局,2015:12-25.
- [3] 广州市环境监测中心站,中山大学. 流溪河流域环境容量评估与水污染控制策略研究[R]. 广州:中山大学,2016:60-63.
- [4] 广东省质量技术监督局. DB44/T1461-2014 广东省用水定额. 北京:中国水利水电出版社,2015.
- [5] 陈水平,付国楷,喻晓琴,等. 城市雨水径流水质特征及应对方法[J]. 三峡环境与生态,2013,35(4):48-51.
- [6] 车伍,刘燕,欧岚,等. 城市雨水径流面污染负荷的计算模型[J]. 中国给水排水,2004,20(7):56-58.

## Preliminary Survey and Protection Measures Research of Water Environment Conditions of Liuxi River Valley in Guangzhou City

Huang Xia Zhao Lu

**Abstract** This paper introduced the basic environment conditions of Liuxi River Valley, analyzed the current situation of water environment quality and pollution sources. On the basis, the countermeasures and suggestions on water pollution prevention and water quality restoration were put forward. It aims to effectively improve the water environment quality of Liuxi River Valley.

**Key words** Liuxi River Valley water environment pollution sources prevention and control of water pollution Guangzhou

# 中山市某城区河涌水体污染分析及治理技术探讨

孙志鸿

(广州蓝碧环境科学与工程顾问有限公司, 广州 510507)

**摘要** 随着我国城市化进程和社会经济的快速发展,城市中天然河道的水质污染日益严重,河道富营养化以致黑臭现象普遍产生,选取中山市某城区河涌水体进行水质分析,采用溶解氧、pH 值、化学需氧量、五日生化需氧量、氨氮、总磷等水质指标进行水质污染指数评价,并对水体污染进行成因分析。文章还简要分析河道治理工程的技术特点和要求,重点探讨了生物修复技术在河涌污染水体治理的综合运用,为城市水环境污染整治工作提供参考。

**关键词** 河道污染 水质评价 生物修复技术

中山市地处珠江三角洲河网区,水资源得天独厚,是一座因水而生,因水而兴的城市。然而,随着经济快速增长,人口急剧膨胀,生活污水和工业废水不断增加,河涌水质逐步恶化,由于城市水环境污染整治任务十分艰巨,城市河涌污染和黑臭水体治理已经成为地方各级人民政府改善城市人居环境工作的重要内容,为实现国务院颁布的《水污染防治行动计划》提出“到 2020 年,地级及以上城市建成区黑臭水体均控制在 10%以内,到 2030 年,城市建成区黑臭水体总体得到消除”的控制性目标而努力。

## 1 某城区河涌水体污染分析

### 1.1 监测结果与评价

中山市某城区于 2015 年 11 月对河涌水体进

行一次地表水质量监测,主要监测项目为溶解氧、pH 值、化学需氧量、五日生化需氧量、氨氮、总磷等 6 项主要污染物,内河河涌水质项目的所属水质功能区类别参考指标按《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002) V 类标准进行评价,其中溶解氧  $\geq 2.0$  mg/L, pH 值 6~9, COD  $\leq 40$  mg/L, BOD<sub>5</sub>  $\leq 10$  mg/L, 氨氮  $\leq 2.0$  mg/L, 总磷  $\leq 0.4$  mg/L。根据国家环境保护部发布的《地表水环境质量标准评价办法(试行)》(环办[2011]22 号),地表水环境质量定性评价分为:优、良好、轻度污染、中度污染、重度污染五个等级。监测结果如表 1 所示。

从表 1 可知,河涌部分项目出现超标现象,主要有氨氮和总磷,溶解氧也比较低,以下各河涌超标情况分别有:

表 1 河涌断面监测结果统计

mg/L (pH 值:无量纲)

河涌	溶解氧	pH 值	COD <sub>Cr</sub>	BOD <sub>5</sub>	氨氮	总磷	综合指数	水质状况
狮潆河	监测结果	3.14	7.34	12.4	3.41	1.65	0.24	
	标准指数	0.83	0.17	0.31	0.34	0.83	0.6	0.51 轻度污染
	水质定类	IV	I	II	III	V	IV	
南六涌	监测结果	3.4	7.26	14.4	4.2	1.78	0.26	
	标准指数	0.8	0.13	0.36	0.42	0.89	0.65	0.54 轻度污染
	水质定类	IV	I	II	IV	V	IV	

续表 1

河 涌		溶解氧	pH 值	COD <sub>cr</sub>	BOD <sub>5</sub>	氨氮	总磷	综合指数	水质状况
南八涌	监测结果	3.59	7.37	13.8	4	2.18	0.24		
	标准指数	0.77	0.19	0.35	0.4	1.09	0.6	0.57	轻度污染
	水质定类	Ⅳ	Ⅰ	Ⅱ	Ⅳ	劣Ⅴ	Ⅳ		
石特涌	监测结果	3.58	7.31	17.8	5.2	1.64	0.67		
	标准指数	0.77	0.16	0.45	0.52	0.81	1.68	0.73	轻度污染
	水质定类	Ⅳ	Ⅰ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ	劣Ⅴ		
十六顷涌	监测结果	3.31	7.03	14.18	3.64	1.68	0.32		
	标准指数	0.81	0.02	0.35	0.36	0.84	0.8	0.53	轻度污染
	水质定类	Ⅳ	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅴ	Ⅴ		
悦生涌	监测结果	2.29	7.41	13.6	3.7	1.81	0.27		
	标准指数	0.96	0.21	0.34	0.37	0.91	0.68	0.58	轻度污染
	水质定类	Ⅴ	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅴ	Ⅳ		

(1) 南八涌的氨氮为 2.18 mg/L 超过标准限值;

(2) 石特涌的总磷为 0.67 mg/L 超过标准限值。

河涌其他的项目数值都在合理的范围之内。

根据 2015 年河涌水质监测结果和污染指数综合分析,2015 年某城区(平水期)六条河涌主要污染物为氨氮和总磷。狮滘河、十六顷涌、悦生涌、南六涌、南八涌和石特涌全部为轻度污染级别。

### 1.2 河涌水体污染源调查情况

于 2015 年对中山市某城区六条主要内河涌水体污染源进行调查分析,调查内容包括生活废水、工业废水和农业废水的排放,各河涌水体污染源如下。

狮滘河(长洲)段长约 2.3 km,主要污水排放源为新中医院、餐饮业、商业百货和居民住宅小区等,污水种类为医疗、饮食、生活混合。

南六涌(沙朗)段长约 1.28 km,主要污水排放源为西区医院、金港宾馆、金冠酒楼、沙朗市场、沙朗五队和两岸居民小区,污水种类为医疗、饮食、生活混合。

南八涌(广丰)段长约 1.15 km,主要污水排放源为恒生药业、大洋电机、恒生药业、日丰电缆、深宝电器、新洋水产、恒生米面、科力高自动化、泰格包装、

星河汽修、广丰安居等和两岸居民小区,污水种类为医药、水产养殖、饮食、生活混合。

石特涌(隆平)段长约 4.09 km,主要污水排放源为均胜灯饰、新安农肥料、金朗塑料、柏力家具、金怡纺织、肉联厂、威禾电器、宜生酒店、源胜化工、农业养殖等和两岸居民小区,污水种类为工业、农业、水产养殖、饮食、生活混合。

十六顷涌段长约 4.63 km,主要污水排放源为国新家具、金宜农庄、金鑫五金、澳比卫浴、优润化工、新昌电子、尊宝灯饰、纺织机械等和两岸居民小区,污水种类为工业、饮食、生活混合。

悦生涌段长约 4.14 km,主要污水排放源为大洋电机、小霸王电器、日月明电控、金莱制衣、椰岛饮料、耀丽塑胶、水产养殖等和两岸居民区,污水种类为工业、水产养殖、饮食、生活混合。

### 1.3 河涌污染成因分析

(1) 生活污水的污染。区内众多的居民居住区商业区、医院、市场、酒楼、食肆、宾馆,没有经过二级生化处理或者没有进入市政排污管网而直排河涌,也就是截污不彻底,造成水环境污染的主导原因。例如狮滘河和南六涌;

(2) 工业废水企业当中部分企业治理设施落后,处理效果差,超标现象较严重,工厂企业(包括工业园区)排放废水多数仅经简单的一级处理即向环境排放,未能达标排放;这些超标污染物排放的污染负荷远远超过河涌纳污环境容量,造成水质严重污染。例如十六顷涌、南八涌和石特涌;

(3) 城区的河涌承受较多的农业面源污染。其中为水产养殖和畜禽养殖,规模较小,分布较分散,缺乏规范化管理,排放废水中含有相当数量耗氧有机物、氨氮等污染物,例如南八涌、石特涌(隆平)和悦生涌;

(4) 河涌底泥内源污染较重,积存的污染物释放影响上覆水体水质,部分未经处理的生活污水和处理不佳的工业废水直接排入河涌,造成河涌某一段污染较严重,造成河涌或河涌某一段黑臭。例如南六涌和狮滘河西段。

## 2 城市污染河道治理技术探讨

### 2.1 治理技术要求

河道(河涌)黑臭的根本原因是进入河道的污染物量超过环境容量,河道长期遭受高强度的污染负荷,原有生态系统受到严重破坏;水体溶解氧被大量消耗,河道底层溶解氧低于 0.2 ml/L 时变成了厌氧生境,好氧微生物消亡,在厌氧微生物作用下,有机污染物分解产生有毒有害气体和臭味,造成河道的污染和黑臭。

对污染河道进行综合治理,提高水体自净能力,净化水质,恢复河道正常生态平衡是我们面临的重要而紧迫的课题。

### 2.2 河道治理工程的特点和原则

河道污染与治理工程和城市污水、工业污水治理相比,有其自身的特点:河道污染源众多,污染源沿程分布,河涌水量大、有机污染物的浓度较低,且受到雨季汛期和潮汐的影响。同时河道污染治理要考虑到河道原有排污、排涝、航运等功能。

河道治理工程应遵循以下原则:

- (1) 优先采用河道内治理(原位治理);
- (2) 不影响河道自然功能,治理工程与生态建设、景观工程相结合;
- (3) 投资省、运行费用低、管理方便。

### 2.3 传统治理方法的局限性

传统河道治理,普遍采用截污、清淤、补水、调水等市政工程方法。

截污是截流污水入河送污水处理厂处理,切断河道的外源污染,清淤是疏通河底沉积的淤泥,从内源消除对上覆水体的污染。截污和清淤无疑是治理河道的关键措施。但是由于种种原因使得当前河道截污和清淤往往不能彻底,甚至一时无法进行。补水、调水也仅仅是稀释水体和向其他河道转移污染,且远距离调水动力消耗和管理费用大。多年来,河道整治耗资巨大,实际水质改善收效甚微,实践证明单凭这些面上市政截污工程和景观美化工程,不能根本上解决河道污染发黑、发臭问题。

### 2.4 生物修复技术

用生物修复的方法治理黑臭河道污染,这种方法是在河道(未进行截污清淤或者截污清淤不彻底的河道)增加供氧和投加微生物菌剂、改变水体特别是底泥和底部水层厌氧生态环境为好氧生态环境,发挥好氧微生物迅速分解有机污染物的作用,消除河道外源和内源污染,提高水体的自净能力,并且配合重建水生植被和水生生物链,恢复河道正常生态平衡,消除河道水体的黑臭。具体的方法和步骤如下:

#### 2.4.1 河道曝气

在治理河段中相隔一定距离安装曝气设施,对水体进行强化曝气增氧。河道曝气实质是解决黑臭河道氧平衡体系失衡问题。通过曝气提高水体溶解氧浓度,保持水体好氧生态环境,促进水层交换和物流转化,有效地降解和消除水中污染物,为恢复河道正常生态平衡创造有利条件。

曝气机供氧量根据河道污染负荷确定,并在运行过程中根据水中溶解氧(DO)浓度调整作业时间,以节省能耗。

#### 2.4.2 投加复合微生物菌剂

微生物是生态系统中最宏大的分解者,几乎所有在自然界存在的有机物都可以为微生物所分解。与河道曝气相配合,在河段水体和河段主要排污口定期定量投放复合微生物菌剂,充分利用微生物代谢活动,分解水中有机污染物,提高水体自净能力,削减河道污染负荷,保持河道正常生态平衡。

使用复合微生物菌剂,是以工业方法生产的多种微生物的组合,其中包含光合细菌、芽孢杆菌、酵母菌、放线菌、乳酸菌等多种菌属细菌,在水中迅速繁衍形成优势菌群,降解有机污染物和吸收水中营养物质,降低 COD、BOD<sub>5</sub>、NH<sub>3</sub>-N、TN、TP、等污染指标。其组分均为自然界的微生物,不含基因突变或基因重组产物、不含致病菌,菌种在本地农业和水产养殖业中已得到广泛应用,不会带来生物安全问题。复合微生物菌剂细菌数高且价格低廉,可以确保其净化水质作用。

#### 2.4.3 底泥生物修复

河道底泥污染物严重影响上覆水体的水质。污染河道底部的淤泥层可以达到 0.3~1.0 m,但实际上污染物主要集中在底泥表层浆状悬浮物,平均密度仅为 1.01 g/cm<sup>3</sup>。人工或机械清淤难于彻底,且发黑发臭的淤泥处置十分困难,可能还会造成二次污染。针对底泥,采取生态消淤的方式,即投放底泥生物修复剂消除底泥污染。底泥生物修复剂含微生物菌剂、增氧剂和营养剂,在黑臭河段以液态或团块的形式投放,直接作用于底泥。其作用是改变底泥厌氧生态环境为好氧生态环境,激活底泥土著微生物和外加微生物的生理活性,迅速降解底泥有机污染物和去除硫化物,根本消除河道黑臭。

#### 2.4.4 设置生物巢——生物过滤系统

生物巢是固定化微生物技术之一。按水域面积在河道中设置一定数量的生物巢组成生物过滤系统。采用的生物巢由比表面积巨大的聚合物编织材料制作,可吸附水中大量的微生物、浮游生物,减少它们的流失,增加微生物、浮游生物与水中有机物接触反应的机会;同时又可以作为鱼虾和其他许多水生生物提供有利的生长繁殖环境和栖息觅食场所,促进生物多元化。生物巢系统通过水生生物链生物代谢活动更好发挥净化水质的作用,节省投放微生物菌剂数量和节省曝气能耗。

#### 2.4.5 重建水生植被

为进一步提高生物修复效能和配合景观建设,在治理河段重建水生植被。种植水生植物的作用是吸收和去除水中氮、磷营养元素抑制藻类生长,并且美化景观。水生植物应选用耐污能力强,生长快生物量大的品种,如圈养水浮莲、浮萍、大藻、扞植菖蒲、再力花、美人蕉和架构生物浮床培育、喜旱莲子草、狐尾藻、金鱼藻等,再联片固定水域中。水生植被设

置面积根据河道美化景观和生物修复的要求决定,以不影响河道排洪排涝自然功能为限。

#### 2.4.6 放养滤食性鱼类及底栖贝类

放养滤食性鱼类和贝类,吞食水中藻类和浮游生物,形成“菌-藻-鱼”共生体系。消减水中富营养物质,维持水域生态平衡。

生物修复技术方法包括一整套完整的生物工程技术措施,实施过程将根据河涌污染状况、污染负荷和周围环境作出因地制宜的设计和调整,一个月内河涌臭味基本消除,溶解氧提高,水中微生物由厌氧类型向好氧类型演替,3~6个月后水体 COD、氨氮达到治理目标,河涌底泥由黑色变为灰黑色,厚度减少,总有机质下降,河涌整体达到消除黑臭的要求。此法具有效果好、见效快、投资省、运行费用低廉等优点。

### 2.5 中山市某城区污染河涌治理总体思路

#### 2.5.1 总体思路

以污染源调研和水质监测为基础,加强污染源的管理和治理,严格把关控制城区点源污染,有效降低农业面源污染,同时,继续做好截污纳管工作,因地制宜实施水环境污染治理技术和生物(生态)修复技术,双管齐下,大力消除河涌外源和内源污染,削减河涌污染负荷,以有效的治理河道污染和根本消除黑臭水体,达到水域功能区划水质标准。

#### 2.5.2 后期维护和管理

治理工程完成达到一定的目标后,为保证河道水质长期符合预期水质标准要求,维持河道生态系统的稳定,须对河道进行必要的日常维护和管理,其主要内容包括:加大环保执法力度,依法打击不法排污行为,加大环境宣传教育力度,提高全民环境保护意识,全面推进环境综合整治与环境建设。对已经治理河段曝气设备适当的运行、定期投放复合微生物菌剂和底泥生物修复剂、水生植物的管理、进行水质监测。

城区污染河涌治理工程是项改善城市水体环境,提高人民生活水平,改善城市投资环境的民生工程。河涌整治工作需要政府市政部门,水利水务部门等相关职能部门的大力配合,并且着力探讨优化治理受污染黑臭水体各种技术措施,以求发展新技术完善工艺减低能耗,突出功效与效益,科学规划,规范建设,使技术措施和资源投入相适应,才

能够在规定时间内按照本省“南粤水更清”计划要求,消除黑臭河涌和劣Ⅴ类水,达到水域功能区划水质标准。

### 3 结论

综上所述,通过对中山市某城区的主要内河涌进行水体评价和分析,结果显示这六条河涌水质均属于轻度污染级别,河涌接纳污染物主要包括生活、工业和农业污水,主要污染指标为氨氮和总磷,部分项目水质为劣Ⅴ类,污染情况较严重。这表明河涌受到当地居民和生产活动的影响,有些已经超过其环境容量,其自净能力低,地表水水质一般。

针对中山市某城区内河涌的污染实际情况,提出了因地制宜实施水环境污染治理技术和生物(生态)修复技术,可以有效的治理河道污染和根本消除黑臭水体,达到水域功能区划水质标准。在治理取得成效的基础上,还要及时掌握河流生态系统的动态变化,不断调整和制定相应的管理措施,巩固和扩大治理与修复的成果,保持长久的良好的水质状态。

### 4 参考文献

- [1] 张惠远,邹首民,王金南,等.广东省环境保护战略研究[M].北京:中国环境科学出版社,2007:245-255.
- [2] 周怀东,彭文启.水污染与水环境修复[M].北京:化学工业出版社,2005.
- [3] 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,2002:100-120.
- [4] 国家环境保护总局,国家质量监督检验检疫总局.GB3838-2002地表水环境质量标准[S].北京:中国环境科学出版社,2002.
- [5] 谢丹平,李开明,江栋,等.底泥修复对城市污染河道水体污染修复的影响研究[J].环境工程学报,2009,3(8):1447-1453.
- [6] 梁建祺.生物接触氧化——植物浮床技术对河涌水体净化效果的研究[D].广州:广东工业大学,2009.
- [7] 黎赓桓,孙志鸿.黑臭河涌原位治理生物修复技术[J/OL].珠江环境报,2009-09-30,1145(3):
- [8] 袁启铭.城市河流污染水体生物生态修复技术研究[J].北京农业,2011(3):161-165.

## Analysis of Water Pollution and Discussion on the Treatment Technology of Urban Rivers in a District in Zhongshan City

Sun Chinhong

**Abstract** With the rapid development of economy and the progress of urbanization, water pollution of natural river in the city is becoming more and more serious, eutrophication of the river result in the black odor is common. Urban rivers in a district in Zhongshan city were selected to evaluated water pollution index using dissolved oxygen, pH, chemical oxygen demand, five-day biochemical cod, ammonia nitrogen, total phosphorus and other water quality indicators and analyze the causes of water pollution. It briefly analyzed technical characteristics and requirements of river pollution control engineering, focused on the comprehensive application of bioremediation technique in treatment technology of river pollution, provided reference for urban water pollution control.

**Key words** river pollution water quality assessment bioremediation technique

(上接第3页)

## Engineering Example of Denitrification Catalyst Adding Layer in a Power Plant

Li Minling

**Abstract** Nitrogen oxides produced by burning coal bring a series of potential environmental problems, which increases acid rain pollution and directly endangers human existence. Therefore, according to the environmental laws, regulations and requirements of the national and local governments, coal power plants have added and improved denitrification environmental protection facilities. But after the denitrification system operated a period of time, there will be problems such as the denitrification efficiency improvement and the lower efficiency of catalyst. This engineering example mainly discusses the later-stage reconstruction plans of denitrification project of large coal power plants.

**Key words** denitrification adding layer of catalyst later-stage reconstruction

# 电镀行业清洁生产审核要点分析

陈敏婷

(广州市环境技术中心, 广州 510620)

**摘要** 电镀行业推行清洁生产审核,有利于从源头控制污染,降低能源消耗,减少三废排放。但很多电镀企业没有根据自身行业特性,分析企业自身原辅材料使用、产排污情况和清洁生产标准,导致了其实施效果的不理想。本文结合清洁生产审核程序中的几个阶段,针对电镀行业清洁生产审核的要点进行分析并提出相关建议。

**关键词** 电镀行业 清洁生产审核

电镀作为制造业必需的配套产业,近年来经历了巨大考验,也发生了巨大变化,伴随着改革开放时期我省制造业的快速发展,我省电镀行业也得到了快速发展。虽然近年来电镀企业数量不断减少,但目前仍有超过 1 600 家电镀企业,形成了约 30 余个电镀工业园区,支撑着航空、航海、电子、汽车、机械、日用品,包括新能源等在内的与国计民生息息相关的所有制造业。由于电镀企业在较长的一段时间里,存在规模小、自动化程度低、管理粗放、环保投入不足、排放不规范、不达标,甚至出现偷排、乱排等问题,相当程度上出现了能耗高、污染大的现象。因此,电镀行业也背上了污染环境的恶名。

末端治理治标不治本,要转变以末端治理为主的环境管理模式,否则发展将无法继续。企业必须重新审视自身的经济活动,遵循自然规律,选择新的健康的发展方式。而清洁生产审核不仅本身能起到节能降耗的作用,其实施审核的全过程更能对节能减排的工作的开展起到很好的借鉴意义,特别是通过改变管理思路和管理模式,就能使电镀企业最终摆脱污染环境的恶名。本文结合清洁生产审核程序中的几个阶段,针对电镀行业清洁生产审核的要点进行分析。

## 1 审核准备和预审核阶段

这两个阶段应抓住的工作重点为:一是取得企业高层领导的支持和参与,组建清洁生产审核小组,制定审核工作计划和宣传清洁生产理念;二是调查

企业的工程状况、产污与排污状况、环境执法情况,确定审核重点和设置清洁生产的目标,提出和实施有效的切实可行的清洁生产方案<sup>[1]</sup>。

### 1.1 企业现状

(1) 明确本轮审核中企业覆盖的范围,分清楚总公司、分公司和子公司,以及加工车间、电镀车间、喷涂车间和装配车间是否在同一地点。

(2) 确定生产产品(除去委外电镀)的产品产量(电镀面积)、原辅材料用量、能耗和物耗。

(3) 表面处理(电镀、喷涂、氧化、磷化、电泳等)必须给出产量面积,而不仅是重量、件数或产值。

(4) 企业生产产品重量、工艺流程、原辅材料和污染物处理处置方式与环评批复的相符性。

### 1.2 生产工艺

(1) 重点明确采用何种工艺流程,如并联工艺、串联工艺。

(2) 明确是否存在明令禁止的淘汰工艺。对比《国家发改委关于修改〈产业结构调整指导目录〉(2011 年本)》的相关条款:① 含有毒有害氰化物电镀工艺(氰化金钾电镀金及氰化亚金钾镀金(2014 年);银、铜基合金及予镀铜打底工艺(暂缓淘汰));② 含氰沉锌工艺。

(3) 明确是否存在高污染生产工艺,如高氰镀锌、六价铬钝化和电镀铅锡合金。

(4) 明确是否满足各地政府规定或电镀园区入园要求:如在镀件的前处理工艺中,不使用三氯乙



烯、四氯化碳、苯系物(甲苯、二甲苯)等有毒有害有机溶剂;不得使用退镀防染盐 k、浓硝酸炸挂具;镀锌六价铬钝化。

(5)明确是否有清洁生产工艺:氯化钾镀锌、镀锌层低六价铬和无六价铬钝化、镀锌镍合金工艺。

### 1.3 原辅材料

明确原辅材料中是否使用三氯乙烯、四氯化碳、苯类有机溶剂、防染盐 k 和含铅(镀铅锡合金)、含镉(镀 18k 金)等有毒有害化学原料,同时应进一步对其进行有毒有害性分析和替代性分析。

### 1.4 水资源利用情况

(1)是否对厂区内废水进行分类收集,分别区分标示,统计各类废水水量(细分至各个镀种)。是否采用管网分类收集废水,而不是采用沟渠收集,以防污染土壤及地下水。由于行业特性存在淡旺季,水平衡应采用日均水量进行统计。

(2)工业用水重复利用率和中水回用率。工业重复用水包括生产中循环用水量 and 串联用水量之和。其中循环用水量是指生产过程已经用过的水,无需处理或者经过处理再用于原生产系统代替新鲜水量,如空调冷却水、热压机冷却水的循环利用;串联用水量是指生产过程中的排水,不经过处理或经过处理后,被另外一个系统利用的水量,如蚀刻后与电镀后清洗水的逆流漂洗串联使用等。各省各市对工业用水重复利用率都有各自的规定,如广东省对电镀行业要求其达到 60%以上,东莞市石马河流域及原地保留企业需满足 65%以上。

中水就是把排放的生活污水、工业废水回收,经过处理后,达到规定的水质标准,可在一定范围内重复使用的非饮用水。广州市配套电镀企业原地保留需满足中水回用率达到 60%以上的要求。

### 1.5 产排污状况

废水产生、处理和排放的原则——废水需分质分类收集、设置混排水、含一类污染物的废水需先进行预处理、采用生化处理工艺处理废水。

废气产生、处理和排放的原则——含氰废气和有机废气需单独收集处理、铬雾回收利用和排气筒高度需满足相关要求。现大多数企业有机废气处理采用活性炭吸附方式。需根据原辅材料用量,通过物料平衡方式,分析污染物产生量,计算活性炭用量。

固体废物产排污情况中需重点识别企业危险废物的种类和产生量,如电镀污泥、表面处理废液和废活性炭等,需按危险废物相关要求规范处置,并提供有效的危险废物处置合同和危险废物处置联单作为证明材料。

### 1.6 清洁生产目标设置

首先从节能、降耗、减污、增效方向考虑,清洁生产目标中要有减排指标,并分清减少污染物产生量和污染物减排量的区别。其次要考虑产品产量的变化,需以单位产品为单位。污染物达标排放是企业运营生产的最基本要求,不能作为清洁生产目标。而设置的清洁生产目标一定要有相应的中/高费方案作支撑。

## 2 审核阶段

通过建立审核重点的物料平衡、水平衡、能量平衡,分析物料流失和用能浪费的环节,找出污染物产生和能源浪费的原因,以确定提高资源能源利用效率、预防污染的方案。需针对单一种类原辅材料进行——物料平衡分析,而不仅仅是所有原辅材料全部统计。

## 3 方案的产生与筛选阶段

本阶段的工作重点是根据审核物料平衡和能源、设备、管理、过程控制等方面的分析结果,在实施一些简单易行的无/低费方案的同时,制定相应的中/高费备选方案,并对其进行初步筛选,确定出两个以上最有可能实施的方案,以供下一阶段进行可行性分析。

其中部分中/高费方案在实施过程中存在以下问题需重视,如手动线改自动线,其产品、设备、工艺和产能的变化应与环评批复相符性;污染物治理设施改造应取得相关验收手续等。

在制订方案的过程中,就如何提高电镀生产线废水处理效率,特提出以下几点建议供参考。

(1)对手动线而言,手动线设挂杆,滴干出槽。

(2)电镀生产线排布需要优化,镀槽与回收槽、水洗槽之间应紧密相连,不能互相分离,以免镀件出槽时镀液滴落于地面。

(3)镀槽间如有缝隙,应用导流板覆盖。导流板应向镀槽一侧倾斜,使承接的镀液自动流回镀槽。

(4) 所有镀槽(特别是加温镀槽)后面均应设回收槽,回收槽中的镀液应及时回流入镀槽中。

(5) 企业镀镍后的水洗水假如是未进行任何回收处理,而直接流到污水站进行处理的,一方面造成金属镍的损失,另一方面也增加了镍达标的难度。应利用树脂交换吸附技术,对含镍水洗水进行在线回收。

(6) 镀银线清洗溢流水后面应增设一套树脂吸附装置,使经吸附后的废水含银达到排放标准,有效实施减排。

(7) 欧盟在《欧盟表面精饰技术 BAT》中对于处理槽液总体积超过 10 m<sup>3</sup> 的所有表面处理装置,每平方米镀件每次清洗用水量的基准值为 8 L,可以此作为数据参考。

## 4 方案的确定和实施阶段

方案确定和实施阶段的工作重点是:在结合市场调查和收集资料的基础上,进行方案的技术、环境、经济的可行性分析和比较,从中选择和推荐最佳的实施方案。同时总结前几个审核阶段已经实施的清洁生产方案的成果,统筹规划推荐方案的实施。

### 4.1 方案的实施

在清洁生产审核评审过程中,通常较关注逆流水洗工艺、地面防腐防渗、危险废物处置场地规范化等基础工作,在中/高费方案的具体实施上,要根据企业产排污情况和审核前清洁生产水平,具体问题、具体分析,要有针对性的实施行之有效的方案。

### 4.2 审核前后清洁生产水平分析

对审核前企业清洁生产水平和状况进行评估,及时发现问题。同时对审核后(方案实施后)的企业清洁生产水平进行评价,分析审核前后清洁生产水平变化情况,总结是否达到预期目标、是否满足企业

所在省市规定的要求。如对比《关于印发广东省实施差别化环保准入促进区域协调发展的指导意见的通知》要求,分析和评价是否达到珠三角优化开发区(核心区)建设项目符合国际清洁生产先进水平、珠三角重点开发区(外围片区)建设项目符合国内清洁生产先进水平、生态发展区新建项目符合国际清洁生产先进水平、改、扩建项目符合国内清洁生产先进水平的总体要求。

## 5 持续清洁生产

清洁生产作为实现可持续发展的关键因素,其本身也是一个持续的工作。因此不能要求企业在第一轮清洁生产审核解决存在的所有问题。在合法合规的前提下,企业可以根据自身实际情况,阶段性持续推进清洁生产审核工作,制定长远的持续清洁生产计划,使清洁生产有组织有计划地持续进行下去。

## 6 总结

清洁生产审核工作是一个全员性和长期性的工作。企业自身应正确认识清洁生产,明白清洁生产出发点是为了企业的可持续发展,从而提高企业经济效益。只有企业自身重视,才能更好整合企业的人力、财力开展清洁生产审核工作。通过总结电镀行业清洁生产审核工作,对电镀行业清洁生产审核要点进行分析,有助于企业进一步提高清洁生产审核工作水平,使电镀行业加快转变环境管理模式,选择新的健康的发展方式。

## 7 参考文献

- [1] 广东省环境保护厅. 广东省电镀行业清洁生产审核技术指南[DB/OL]. [2013-09-24]. <http://www.docin.com/p-704421413.html>.

# Analysis of Main Points of Cleaner Production Audit in Electroplating Industry

Chen Minting

**Abstract** The implementation of cleaner production audit in electroplating industry is beneficial to control pollution from the source, reduce energy consumption and reduce the emission of wastes. However, many electroplating enterprises have not analyzed their own raw and auxiliary material use, production and discharge situation and cleaner production standards according to their own industrial characteristics, which has led to the unsatisfactory effect of their implementation. Based on several stages of cleaner production audit process, this paper analyzes the key points of cleaner production audit in electroplating industry and puts forward relevant suggestions.

**Key words** electroplating industry cleaner production audit

## 某三甲医院医疗废水改造实例

陈敏婷

(广州市环境技术中心, 广州 510620)

**摘要** 医院污水处理站升级改造常常受限于污水含大量病毒病菌、改造空间小、管理操作难度大等困难。如果不及时对医疗废水进行升级改造,容易产生污染水、土壤和引发各种疾病的隐患。本工程实例主要介绍某三甲医院整合改造院内多个小型污水处理站处理工艺,提高日常运行管理,以保证废水稳定达标。

**关键词** 三甲医院 医疗废水 改造实例

医院建设地点一般都选择人口比较密集的地区,很多历史悠久的医院所建设的污水处理站现今都会遇到原有设施老化、改造空间小、水量增加和离居民区较近等各种问题。医院作为病人活动生活比较集中的地方,医院污水来源及成分复杂,含有大量的病原细菌、病毒和化学药剂,具有空间污染、急性传染和潜伏性传染等特征,不有效处理会成为一条疫病扩散的重要途径和严重环境污染源<sup>[1]</sup>。

广州某三级甲等医院设有 61 个临床科室、15 个医技科室,开放病床 3 888 张,年门诊、急诊量约为 480 万人次。随着医院规模不断扩大,2006 年和 2008 年分别建造的两个门诊楼和护士楼污水处理站,设备和材料均已陈旧、老化,多处栏杆。盖板等出现腐蚀,影响操作安全。2014 年新建手术大楼污水处理站后,全院共有三个污水处理站,每个采用的工艺都不相同,工人操作繁琐、劳动量大、培训难度高,不利于管理。且 2016 年 1 月 1 日,新的《医疗机构水污染物排放标准》比设计时执行的广东省地方标准《水污染排放限值》更严格。新标准执行后,本项目原有一个污水站因采用混凝-沉淀-消毒的一级强化工艺,为保证出水的  $COD_{Cr}$ 、 $BOD_5$  等指标稳定达标,必须加大混凝剂的投加量,从而导致污泥量增大等问题。另一个原有污水站中使用了气浮和高级氧化的工艺,流程繁琐、能耗高、药品成本高,工艺中所使用的硫酸和双氧水属于管控类的药品,具有强氧化性和腐蚀性,购买需要在公安局备案,且不易储存。故本工程需要对原有两个污水处理站进行改造。

### 1 设计规模

本工程范围为两大部分,一为将原有 1 500  $m^3/d$  的门诊楼污水站改造为 700  $m^3/d$ (因为 2014 年院内新建成手术科大楼,其配套污水处理系统分流了一部分原有门诊楼污水站接纳的污水);二为原有 1 000  $m^3/d$  的护士楼污水站。

### 2 设计水质及排放标准

工程的进、出水主要水质指标如表 1 所示,执行标准为《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005)预处理标准。

表 1 门诊楼、护士楼进出水指标 mg/L

	水质指标	进水	现状出水	目标出水	标准
门诊楼	$COD_{Cr}$	445.5	226.5	200	250
	$BOD_5$	186	85.2	80	100
护士楼	$COD_{Cr}$	426.5	208	200	250
	$BOD_5$	164.5	76.6	80	100

### 3 处理工艺流程

根据本工程废水特点,废水中主要含有  $COD_{Cr}$ 、 $BOD_5$ 、悬浮物和细菌等,为了提高院内多个污水站的操作、管理效率,故选用统一、有效地污水处理工艺流程,如表 2、图 1。

表2 改造前后污水处理工艺流程

污水站	改造前	改造后
门诊楼污水站	一级强化+次氯酸钠消毒	二级生化+次氯酸钠消毒
护士楼污水站	气浮+高级氧化+紫外消毒	

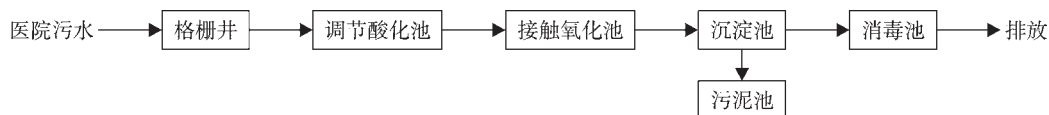


图1 改造后污水处理工艺流程

#### 4 工艺说明

二级生化处理是采用生物处理方法去除不可沉悬浮物和溶解性可生物降解有机物为目的，污水经一级处理后，再经过具有活性污泥的曝气池及沉淀池的处理，使污水进一步净化的工艺过程。本工程一级处理采用生物法。生物处理的原理是通过生物作用，尤其是微生物的作用，完成有机物的分解和生物体的合成，将有机污染物转变成无害的气体产物(CO<sub>2</sub>)、液体产物(水)以及富含有机物的固体

产物(微生物群体或生物污泥)；多余的生物污泥在沉淀池中经沉淀池固液分离，从净化后的污水中除去。经过二级处理后的水，废水中BOD的去除率可达80%~90%。经过二级处理后的水经消毒，一般可达到医疗机构水污染物排放标准，可排入市政管网<sup>[2]</sup>。

#### 5 污水处理站构筑物及主要设备

污水处理站构筑物及主要设备<sup>[3]</sup>，见表3、表4、表5。

表3 污水处理站构筑物一览

名称	门诊楼构筑物尺寸(m)	护士楼构筑物尺寸(m)	门诊楼构筑物数量(座)	护士楼构筑物数量(座)
调节池	18×12×5	(13.35×7+6.52×6.3)×3	1	1
接触氧化池	9.65×5.8×6	(5.2×7+13.5×7.8)×3	1	1
沉淀池	6.5×5.8×6	13.5×5×3	1	1
污泥池	5×2×4	6.3×3.3×3	1	1
消毒池	3.5×2.8×6	6.3×2.8×3	1	1
清水池	2×2.8×6	6.3×2.2×3	1	1

表4 门诊楼污水站主要设备一览

名称	规格型号	数量
调节池提升泵(台)	60 m <sup>3</sup> /h, 21 m, 7.5 kw	2
pH计(台)	PC 110	1
液位计(台)		1
生物填料(m <sup>3</sup> )	组合填料	200
斜管填料(m <sup>3</sup> )	PVC	100
曝气机(台)	AR310	3
加药消毒装置(套)		1

表5 护士楼污水处理站主要设备一览

名称	规格型号	数量
格栅(套)	1 000 mm×1 700 mm	1
调节池提升泵(台)	75 m <sup>3</sup> /h, 10 m, 3.7 kw	2
污泥泵(台)	3.7 kw, 18 m	2
pH计(台)	P33	2
液位计(台)	L368	2
生物填料(m <sup>3</sup> )	组合填料	200
曝气盘(套)	215	1

续表 5

名称	规格型号	数量
隔膜计量泵(台)	LK-45VH-02	2
清水泵(台)	75 m <sup>3</sup> /h, 10 m, 3.7 kw	2
斜管填料(m <sup>3</sup> )	PVC	100
流量计(套)	LDT	1
曝气风机(台)	SSR80	2
离心风机(台)	2.2 kw	1
活性炭箱(台)		1
风机房通风风机(台)	T35	2
风机房降噪系统(套)		1
监控系统(套)		1

## 6 工艺特点与运行效果

### 6.1 工艺特点

(1) 工艺成熟、处理效率高,能有效及稳定地去除医院污水中的有机物、悬浮物以及消毒病菌,减少污水排放对环境的影响。

(2) 将多个污水处理站统一污水工艺流程和安装污水处理站运行状态在线监控系统,将工艺流程及直观的画面显示进去,记录在线检测的参数、设备运行状态和过程,分析参数的变化趋势,及时发布和预报运行情况,实施诊断和报警。

### 6.2 运行效果

经有资质单位验收监测,有关数据如表 6。

从监测结果可以看出,该改造工程处理后的排放废水已达到 GB18466-2005 预处理标准,也达到了本工程的设计要求。

表 6 改造后污水处理监测结果

项目	pH 值	COD <sub>cr</sub> (mg/L)	BOD <sub>5</sub> (mg/L)	SS (mg/L)	余氯 (mg/L)	粪大肠 菌群数 (个/L)
门诊楼 处理后废水	7.21	66.7	19.2	31	3.90	340
护士楼 处理后废水	7.44	52.6	17.4	24	2.77	220
标准限值	6~9	250	100	60	2~8	5 000

## 7 工程总结

某三甲医院经过本次改造工程,将院内三个不同时期建造的污水处理站处理工艺整合统一。所采用的二级生化处理工艺成熟,处理效率高,能有效稳定地去除医院污水中有机物、悬浮物以及病毒病菌,减少污水排放对环境的影响,改造后,通过在线监控系统,对污水站运营人员的知识及操作水平都有所提高,进而能保证污水站的平稳达标。工程的长期运行效果表明,该系统的污染物去除效率较高,出水水质稳定,占地面积小,且操作方式灵活。该改造工程适合在可利用土地少、院内多个小型污水处理站(500~1 500 m<sup>3</sup> 规模)在人口密集区域建造的老式大型医院解决医疗污水处理站改造问题。

## 8 参考文献

- [1] 刘建东,刘健升.某小型医院医疗废水处理工程实例[J].广州化工,2016,44(2):129-131.
- [2] 魏先勋,环境工程设计手册[M],长沙:湖南科学技术出版社,2002.
- [3] 环境保护部.HJ2029-2013 医院污水处理工程技术规范[S].北京:中国环境科学出版社,2013.

# Engineering Example of Medical Wastewater Treatment in a Three Grade Hospital

Chen Minting

**Abstract** The updating and revamping of hospital sewage treatment station are faced with difficulties such as lots of bacteria and virus in sewage, limited revamping space, hard to manage and operate. If without timely updating and revamping, it will be easy to pollute water and soil, and cause hidden dangers resulting in various diseases. This engineering example mainly introduces the treatment process that a Three-A hospital used in the revamping of its multiple small sewage treatment station, and experience to improve daily operation management, to ensure the waste water stably meets the standard.

**Key words** Three-A hospital medical wastewater transformation example

# 广州市危险废物最终处置能力分析

吴淮<sup>1</sup> 周琳<sup>2</sup>

(<sup>1</sup> 深圳市汉字环境科技有限公司广州分公司, 广州 510260; <sup>2</sup> 广州市环境保护科学研究院, 广州 510620)

**摘要** 广州市危险废物产生数量巨大, 但目前最终处置能力相对不足, 建议尽快寻找扩大本市危险废物最终处置能力的办法。

**关键词** 广州市 危险废物 焚烧 安全填埋

危险废物的最终处置方法主要有地表处理、深井灌注法、安全填埋法、焚烧法等<sup>[1]</sup>, 其中运用比较广泛和成熟的是安全填埋法和焚烧法。广州市作为广东省省会, 工业发展水平位列全省前茅, 危险废物产生量也是全省最多, 但目前全市只有 1 家危险废物焚烧处置企业和 1 家安全填埋处置企业, 合计最终处置能力仅为 3.15 万 t/a (注: 本文所述最终处置能力指的是具有危险废物经营许可证、可采取焚烧或安全填埋方式处置其他单位所产危险废物的企业核准经营能力, 下同), 不能完全满足全市危险废物最终处置需要, 其余没有处置能力或处置能力不足的危险废物只能转移到外市处理处置, 本市危险废物处置能力不足的矛盾日益凸显。而据了解, 目前广东省其他城市普遍也面临着处置能力不足的问题, 已逐渐出现拒收外市危险废物的情况, 广东省环境保护厅在对省十二届人大三次会议第 1791 号代表建议的答复(粤环函[2015]701号(B))中也指出: “无利用价值和低利用价值的危险废物, 由于当前全省相应的处置能力不足, 外市已基本不同意接收”, 可见, 跨市转移的危险废物处置方式将面临瓶颈, 未来危险废物的处置问题还是应该依靠扩大本市处置能力来解决。

## 1 广州市危险废物产生及处置现状

### 1.1 危险废物产生现状分析

近几年随着工业总产值的增长, 广州市危险废物产生量不断增长(详见图 1)。据统计, 2015 年广州市产生《国家危险废物名录》(2016 版)中所列的工

业危险废弃物共 26 类, 总产生量约 50.52 万 t<sup>[2]</sup>。危险废物产生具有明显的类别集中性, 有 9 类危险废物的产生量大于 1 万 t, 包括有机溶剂废物(HW06)、废矿物油与含矿物油废物(HW08)、染料/涂料废物(HW12)、表面处理废物(HW17)、焚烧处置残渣(HW18)、含铬废物(HW21)、含铜废物(HW22)、废碱(HW35)、其他废物(HW49), 这 9 类废物的总计产生量占到了全市工业危险废物总产生量的 96.9%。

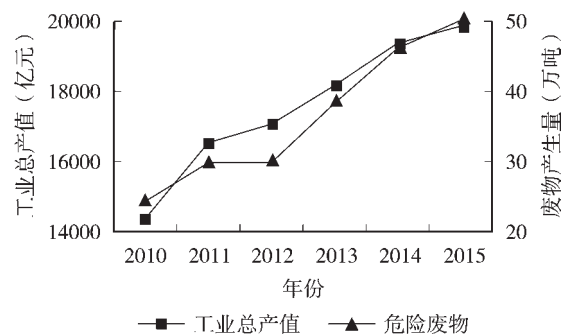


图 1 广州市 2010~2015 年工业总产值与危险废物产生量变化趋势

### 1.2 危险废物处置现状分析

从危险废物处理处置能力来看, 广州市目前共有 25 家危险废物经营企业(截止到 2017 年 1 月 31 日), 核准处理规模可达 98.28 万 t/a, 远大于危险废物产生统计量。但 25 家企业中有 23 家为危险废物综合利用企业, 基本上均经营回收利用经济价值高的废物, 而对于一些产生量小、危害大的废物则少有问津。全市现只有 1 家企业(广州绿由工业弃置废物回

收处理有限公司)具有危险废物焚烧处置资质,允许焚烧处置规模仅为 0.95 万 t/a,还有 1 家企业(广州市环境保护技术设备公司)具有安全填埋处置资质,允许填埋处置规模为 2.2 万 t/a。两家最终处置能力合计仅约 3.15 万 t/a,不能完全满足广州市危险废物最终处置需要,其余没有处置能力或处置能力不足的危险废物只能转移到外市处理处置。以 2015 年为例,全市产生的 50.52 万 t 危险废物中综合利用 19.86 万 t、处置 30.66 万 t,处置利用率达到 100%,基本实现安全处置<sup>[2]</sup>,但其中需最终处置的危险废物除了部分由本单位自行处置以及送到广州绿由工业弃置废物回收处理有限公司、广州市环境保护技术设备公司处置外,其他大量危险废物只能送到外市处置。

## 2 危险废物最终处置能力对比分析

### 2.1 北上广对比

以北京市、上海市、广州市三大城市比较(详见表 1),危险废物产生量最大的是上海市,其次是广州市,最少的是北京市。而在处置单位个数和处置能力方面最强的是上海市,目前共有 11 个危险废物最终处置单位,合计处置能力达 25.85 万 t;其次是北京市,目前共有 3 个最终处置单位,合计处置能力为 15.66 万 t;处置能力最弱的是广州市,目前只有 2 个最终处置单位,合计处置能力为 3.15 万 t。在危险废物最终处置能力与产生量对比方面,北京市的处置能力与产生量的比例是 126.49%,即设计处置能力超过了目前的产生量;上海市的比例是 45.40%,即处置能力可达到接近产生量的一半;而广州市的比例是 6.24%,即处置能力相对较小。

表 1 北上广危险废物(不含医疗废物)最终处置能力分析

城市	危险废物产生量 (万 t)	危险废物最终处置单位 (个)	危险废物最终处置能力 (万 t)	处置能力与产生量的比例 (%)
北京市	12.38	3	15.66	126.49
上海市	56.94	11	25.85	45.40
广州市	50.52	2	3.15	6.24

注:上表数据来源为北京市、上海市、广州市 2015 年数据<sup>[2-4]</sup>。

经过上述对比分析可见,广州市在北上广三大城市危险废物处置能力对比中属于相对较弱。

### 2.2 省内对比

目前广东省中有广州市、深圳市、惠州市、韶关市、珠海市已建成危险废物最终处置单位,其中广州市的核准处置能力在全省排在第 3 位,处置能力约占全省处置能力的 20%。但是,如果算上已批复环评的各地危险废物最终处置项目(截止到 2017 年 1 月 31 日),广州市的处置能力则只能排在第 4 位,处置能力仅占全省处置能力的 10%。而目前广州市危险废物产生量约占广东省产生量<sup>[5]</sup>的 28%,可见,从广东省内来说,广州市危险废物处置能力与广州市在全省的地位以及危险废物产生情况不匹配。

## 3 广州市危险废物处置能力提升

为了提升广州市危险废物处置能力,建议可考虑采取多种措施,包括:①新建危险废物处置设施,即寻找场地兴建安全填埋场或焚烧厂,广东省环境保护厅《关于进一步提升危险废物处理处置能力的通知》(粤环[2015]26 号)也提出要鼓励各地加快推进处置设施建设,但由于危险废物最终处置设施选址对地质、防护距离等条件要求很高,因此在广州市选址新建危险废物处置设施难度较大;②对现有处置设施进行升级扩建,即在有条件的情况下考虑对广州市废弃物安全处置中心和广州绿由工业弃置废物回收处理有限公司进行扩能;③利用珠江水泥厂、越堡水泥厂等企业协同处置部分危险废物,将危险废物掺烧进入水泥熟料中,实现资源利用;④利用广州造纸集团有限公司等企业的焚烧炉协同处置部分热值较高的危险废物等。

## 4 结语

通过现状以及对比分析可见,广州市的危险废物最终处置能力相对不足,虽然可以通过跨市转移处置的方法解决部分问题,但由于目前其他城市普遍也面临着处置能力不足的问题,已逐渐出现拒收外市危险废物的情况,因此,建议广州市考虑采取多种措施增加自身危险废物处置能力。

## 5 参考文献

[1] 胡文涛,张金流. 危险废物处理与处置现状综述[J]. 安徽

(下转第 32 页)

# 海珠湿地二期水质自动监测系统分析仪器性能测试及方法研究

李松涛

(广州市海珠区环境监测站, 广州 510250)

**摘要** 水质自动监测系统具有连续、快速的优点,能为地表水水质状况提供实时监测预警。本文通过对海珠湿地二期水质自动监测系统的分析仪器性能进行了大量的性能测试实验,综合分析了水质自动监测系统的准确度、精密度和检出限。结果表明,该系统性能良好,检出限和精密度都能满足要求,性能测试方法可提供良好的应用示范。

**关键词** 水质自动监测系统 检出限 精密度

海珠湿地位于广州城市新中轴线南段,中心城区东南部,总面积约 1 100 hm<sup>2</sup>,是广东唯一一个国家重点建设湿地和全国重点中心城市不可多得的国家湿地公园。具有显著的气候调节、调洪蓄洪、水质净化等生态服务功能,被誉为“广州绿心”。

水质自动监测系统能实现对地表水水质的连续、快速检测<sup>[1-3]</sup>,为地表水水质状况提供实时监测预警。广州市海珠区环境监测站通过“海珠湿地二期水质在线监测系统”建设,实现对海珠湿地二期土华涌水域水质指标的自动监测和水质评价,提高了环境监测部门的工作效率和监管能力,为海珠湿地二期土华涌综合整治提供数据支撑和决策支持。在水质自动监测系统建设的分析仪器调试过程中,笔者通过大量的性能测试实验,综合分析了该系统分析仪器的准确度、精密度和检出限,以检验该系统是否满足验收规范和要求。

## 1 仪器系统

海珠湿地二期水质在线监测系统采用美国 HACH 公司生产的水质自动监测仪器。

## 2 监测项目

通过对湿地公园内土华涌水质情况的分析,并结合已有水质自动站仪器运行情况及对水质管理的需要,确定海珠湿地二期水质在线监测系统监测项目为:pH 值、温度、溶解氧、电导率、浊度、高锰酸盐指数、总磷、氨氮、氟化物等 9 个。

## 3 测试方法

通过标样多组测试方法,对分析仪器进行准确度、精密度、检出限等性能测试。

### 3.1 准确度与精密度

依照中国环境监测总站编制《国家环境监测网质量体系文件—作业指导书—水质自动监测分册 2016 版》、《地表水环境质量自动监测站运行质量保证与控制规程 GJW-03-SZD-003》、《国家水质自动监测站验收考核办法》要求对高锰酸盐指数、氨氮、总磷、氟化物、电导率等几项分析仪器的准确度和精密度进行考核,采用经国家认可的质量控制样品(或按规定方法配制的标准溶液,选择测量范围中间浓度值)对仪器进行测试,仪器经校准后,连续测定 8 次质量控制样品,根据测定结果计算仪器的准确度和精密度。

准确度以相对误差(*RE*)表示,计算公式如下:

$$RE(\%) = \frac{\bar{x} - c}{c} \times 100 \quad (1)$$

式中: $\bar{x}$ ——质控样品 8 次测定平均值;

*c*——质控样推荐值。

精密度以相对标准偏差(*RSD*)表示,计算公式如下:

$$RSD(\%) = \frac{\sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}}{\bar{x}} \times 100 \quad (2)$$



### 3.2 检出限

参照总站《地表水环境质量自动监测站运行质量保证与控制规程》要求对高锰酸盐指数、氨氮、总磷、硝氮等几项分析仪器的检出限进行考核,仪器经校准后,按样品分析方式连续测定空白溶液或配制的低浓度标准溶液 6—8 次,仪器的检出限采用实际测试获得的检出限,检出限计算公式如下:

$$DL=3S_b \quad (3)$$

式中, $S_b$  为多次测定结果的标准偏差(mg/L)。

### 4 试剂

除特殊要求外,所用试剂全部为分析纯。

### 5 测试结果

#### 5.1 准确度与精密度测试结果及分析

见表 1。

#### 5.2 检出限测试结果及分析

见表 2。

表 1 准确度与精密度测试

测试项目		电导率 ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ )	高锰酸盐指数 (mg/L)	氨氮 (mg/L)	总磷 (mg/L)	氟化物 (mg/L)
质控样浓度		100.00	2.00	1.00	0.20	1.00
测试结果	1	104.08	1.83	1.04	0.20	1.04
	2	107.82	2.00	1.05	0.20	1.05
	3	107.82	1.88	1.04	0.21	1.09
	4	107.55	1.81	1.07	0.20	1.05
	5	107.55	1.85	1.03	0.21	0.97
	6	105.86	2.04	1.03	0.21	0.97
	7	105.86	1.81	1.04	0.21	1.02
	8	107.46	1.81	1.04	0.21	1.08
	平均值	106.75	1.88	1.04	0.21	1.03
准确度	相对误差	6.8%	-6.1%	4.3%	2.5%	3.4%
验收标准 $\leq \pm 10\%$	是否合格	合格	合格	合格	合格	合格
精密度	相对标准偏差	1.27%	4.85%	1.23%	1.35%	4.36%
验收标准 $\leq 5\%$	是否合格	合格	合格	合格	合格	合格

表 2 检出限测试

测试项目		电导率 ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ )	高锰酸盐指数 (mg/L)	氨氮 (mg/L)	总磷 (mg/L)	氟化物 (mg/L)
标准溶液浓度		20	0.5	0.02	0.01	0.01
测定值	1	21.660	0.490	0.021	0.011	0.013
	2	21.560	0.560	0.020	0.010	0.014
	3	21.540	0.490	0.020	0.011	0.015
	4	21.260	0.450	0.019	0.009	0.014
	5	22.030	0.490	0.019	0.010	0.015
	6	22.580	0.450	0.020	0.009	0.014

续表 2

测试项目		电导率 ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ )	高锰酸盐指数 ( $\text{mg}/\text{L}$ )	氨氮 ( $\text{mg}/\text{L}$ )	总磷 ( $\text{mg}/\text{L}$ )	氟化物 ( $\text{mg}/\text{L}$ )
测定值	7	22.800	0.490	0.019	0.011	0.015
	8	22.560	0.490	0.020	0.010	0.015
标准偏差 $S_b$		0.581	0.034	0.000 7	0.000 8	0.002 5
实际检测限 $DL$		1.742	0.102	0.002 1	0.002 5	0.007 5
是否合格		合格	合格	合格	合格	合格

备注：仪器实际测试的检出限应低于地表水环境质量标准 I 类标准限值(BI)的 1/4, 否则仪器的性能指标不满足要求。

## 6 讨论与分析

由综合分析结果可以看出, 海珠湿地二期水质自动监测系统分析仪器的准确度、精密度和检出限满足相关标准规范要求, 仪器性能良好, 可投入正常使用。该仪器性能测试方法, 能准确判断仪器的性能状况, 为设备调试与验收提供良好的应用示范。

## 7 参考文献

- [1] 时刚, 张丽娜. 水质自动监测系统简介[J]. 分析仪器, 2012(3):82-84.
- [2] 邢梦林, 王潇磊. 浅谈水质自动监测系统的建设及应用研究[J]. 环境科学与管理, 2013, 38(10):40-43.
- [3] 朱玉东, 颜婷莉, 徐建科. 浅谈水质自动监测系统架构及应用[J]. 水利信息化, 2015(2):40-44.

# Results and Methods of Performance Test of Automatic water Quality Monitoring System for Haizhu Wetland Phase II

Li Songtao

**Abstract** The automatic water quality monitoring system has the advantages of continuous and fast, can provide real-time monitoring and warning for surface water quality. In this paper, accuracy, precision and detection limit of automatic water quality monitoring system for Haizhu wetland phase II was studied by conducting a large number of performance test experiments. The result showed that the system had good performance and detection limits and precision can meet the requirements.

**Key words** automatic water quality monitoring system detection limit precision

(上接第 29 页)

- 农业科学, 2014, 42(34): 12386-12388.
- [2] 广州市环境保护局. 2015 年度广州市固体废物污染环境防治情况[EB/OL]. [2016-06-01].
  - [3] 北京市环境保护局. 北京市 2015 年固体废物污染环境防治信息[EB/OL]. [2016-07-25].
  - [4] 上海市环境保护局. 2015 年上海市固体废物污染环境防治信息公告[EB/OL]. [2015-06-08]. <http://www.sepb.gov.cn/fa/cms/shhj/shhj5180/shhj5184/shhj5237/2015/06/89774.htm>.
  - [5] 广东省环境保护厅. 2015 年广东省环境统计公报[EB/OL]. [2016-06-28]. [http://www.gdep.gov.cn/zlkz/tjxx/201606/t20160628\\_212414.html](http://www.gdep.gov.cn/zlkz/tjxx/201606/t20160628_212414.html).

# Analysis on Final Disposal Capacity of Hazardous Waste in Guangzhou City

Wu Huai Zhou Lin

**Abstract** The number of hazardous waste generation in Guangzhou is huge, but the final disposal capacity is relatively inadequate, and it is recommended to find ways to expand the final disposal capacity of hazardous waste in this city as soon as possible.

**Key words** Guangzhou city hazardous waste incineration safe landfill

# 国内外环境监测社会化需求分析及其对广州市的启示

王 进

(广州市环境保护科学研究院, 广州 510620)

**摘 要** 本文对环境监测社会化需求的特征和类型进行了分析,并对国内外响应这一需求的方式进行了重点讨论和介绍,并提出了广州市推进环境监测社会化应满足的三种需求类型和三个发展方向。

**关键词** 环境监测 社会化 环境传感器

## 1 环境监测社会化需求

### 1.1 环境监测社会化需求特征

环境监测社会化是公众主动了解自己周围环境信息状况、共享环境质量信息的行为。相对于政府主管部门发布的环境信息,它强调的是社会公众对于环境信息获取的主动性,同时它也不同于国家通过专门的机构对环境状况进行监测的行为:①空间上,以往更多的关注污染源周边的环境信息。即使人们身边没有明显的污染源,也在关心所处环境的环境质量状况。越来越多的人希望收集与自身密切相关的环境信息;②时间上,对环境信息的时间分辨率要求更高。从每日数据、半日数据过渡到小时数据、分钟数据;③内容上,人们希望获取更详细、准确的环境信息。同时希望结果以图示、地图等可视化程度较高的形式展示。环境监测社会化具有以下特征:①监测主体广泛。环境监测社会化的主体包括广大的社会公众、企业和环保机构;②监测内容特定。环境监测社会化行为的内容,就是社会公众所关心的,与自身工作、生活环境息息相关的环境信息,体现的是社会公众对环境的主动关注,辅助公众的行为决策,其监测的信息也能够对企业、政府的行为进行及时的监督和评价;③监测依赖设备。环境信息的监测依赖于一定的设备,设备的精确性直接关系到监测数据的准确性<sup>[1]</sup>。

### 1.2 环境监测社会化需求类型

环境监测社会化需求可归纳总结为以下五种类

型:①获取就地质量信息配合公众环境教育活动。如广州绿点“清气团”举办“我为广州测空气活动”,测试公共交通工具及公共场所室内颗粒物浓度,发布数据后,促进了部分餐厅食堂改善油烟处理及通风系统;②获取就地质量信息促进就地治理,改善室内空气质量。家庭用户在室内环境设置颗粒物或二氧化碳传感器,传感器可根据污染物浓度提醒用户是否需要开窗透气、打开空气净化器,或直接通过智能家居 APP 管理系统启动空调或空气净化器,改善室内空气质量,用户无需手动开启其他设备;③共享及发布本地质量信息作为社会交往内容。公众可通过社交 APP 远程掌握家中空气质量,提醒家中老人、小孩打开空气净化器。外地游客在外出旅游时,可将当时当地的空气质量随照片一同分享至社交平台;④获取他地质量信息作为生活方式决策。公众在选择通勤线路、旅行目的地、就业城市、疗养院之前,提前了解当地的空气质量信息决定是否前往;⑤获取他地质量信息参与对污染源的监管。公众获取疑似污染源或重点污染源周边的空气质量信息,并反馈给当地的环境管理部门。

## 2 国内外响应环境监测社会化需求的方式

### 2.1 国外响应需求的方式

#### 2.1.1 研发、生产、销售各类消费级传感器/测量仪

随着国外对环境信息的要求也越来越高,国外科研团队研究开发出一批 2 000 美元以下的消费级传感器,并投入市场,以满足人们随时随地了解身边环境空气质量的需求<sup>[2]</sup>。这类传感器可通过网络、实

体店等渠道购买,操作简单,通过对操作手册的学习即可使用。由于此类传感器属于消费级传感器,测量误差、测量精度等技术指标均与专业级传感器必然存在一定差距。

### 2.1.2 政府加强传感器管理、推广传感器应用

#### (1) 评估、测试消费级传感器

国外发达国家对市面上主流的消费级传感器的进行性能测试,并将测试结果公开,以指导公众更好地选购消费级传感器,促进企业间良性竞争<sup>[3]</sup>。2014年,美国环保署 EPA 针对主流 8 款消费级颗粒物传感器进行了测试,测试表明这些使用光散射法对颗粒物数量进行测量的消费级传感器,能够与使用重量法测量的专业级设备相比较,但温湿度对测量结果的影响程度仍待进一步探明。2015年,美国环保署 EPA 将两款(PM<sub>10</sub>)传感器安装在 AIRS 区域,连续记录了 45 d 空气污染物数据,并将结果与常规监管监测数据进行了比对。

#### (2) 指导市民主动收集、分析环境信息

国外环保部门编制传感器指南,指导那些希望使用消费级空气质量传感器对身边环境空气质量进行监测的公众。美国环保署 EPA 编制了空气传感器指南(Air Sensor Guidebook)和主流型号传感器的操作指引(Citizen Science Operating Procedure)。通过手册宣传介绍空气质量基础知识、如何购买传感器、如何收集环境信息、如何使用环境信息、如何维护传感器等基础知识以及特定传感器的具体操作方法。除此之外,RETIGO 项目提供一款基于 WEB、GIS 且免费的工具,公众利用该工具可将自己运动过程中收集到的空气质量数据上传并直观地显示在电脑上,并与附近的空气质量和气象监测站的数据进行对比分析。

#### (3) 开发可移动监测系统

欧盟 Citi-Sense 项目研究开发一款可移动的监测系统,能够安装在汽车上甚至作为可穿戴设备由试验者携带<sup>[4]</sup>。该项目是受欧盟第七框架计划 FP7 资助 1 200 万欧元的环境感知项目,在欧洲地区奥斯陆等 9 个城市中开展,项目为期 4 年。项目组由来自欧洲、韩国、澳大利亚的 28 个不同组织的人员组成。该项目采用部署在城市中的静态传感器以及市民携带的传感器收集环境数据。市民可以使用网络或移动手机 APPs 获取相关数据。市民可以通过这个项目获得当时他们所在位置或选定地点的空气质量

实时信息。这些信息能够帮助市民维持或改善生活质量。移动监测系统能够获取更大空间范围的实时空气污染数据,通过复杂的数据处理测算并预测空气污染物扩散方向,能形成高空间分辨率的数据表征空气污染梯度<sup>[5]</sup>。

#### (4) 开展社区级环境质量监测

美国 EPA 专门立项研究并支持新型传感器的发展,为有意愿的社区提供资金开展社区环境质量的监测实验,将新型传感器开发为能长期收集数据的固定式空气监测系统,这种系统一般安装在居民社区环境。美国 EPA 与 ICC 公司共同设计、实施的多个社区项目,该项目首先在纽瓦克港口试行。该地建有 NJ 最大垃圾焚烧厂、34 个垃圾处理项目,2 个大型港口,卡车运输量达 7 000 辆/d。该地被高速公路和铁路围绕,25%的儿童患有哮喘(3 倍于州平均水平),空气污染问题十分严重。该项目通过感知系统监控 PM<sub>2.5</sub> 和 NO<sub>2</sub> 两种污染物。该项目使得社区居民能够主动获取周边的环境信息,而不仅仅依赖于当地环保部门发布。

#### (5) 开发教学型传感器

美国 EPA 研究开发一种新型的操作简单的便携式空气传感器,用于中小学环境教育。2016 年 4 月,美国 EPA 在试点中学安装 AirMapper 系统,该系统应用小型颗粒物传感器收集并规范污染物数据、气象数据。系统检测仪可由学生肩挎或安装在自行车,集成了 GPS、PM 和温湿度传感器,支持触摸屏便于操作,目前在中学试点测试 5 台设备。所有数据可下载用于学生开展一系列研究课题。

#### (6) 开展公众环境空气污染暴露剂量与健康风险评估评价课题研究

人体暴露于环境污染物风险的产生取决于两个方面,一是客观存在的环境污染,包括污染物的浓度及其危害性;二是主观发生的人体暴露行为,包括人体接触污染物的行为和特征。环境传感器仅能记录、表征环境污染的程度,如需进一步分析研究人体暴露在环境污染物健康风险,需要开展公众环境空气污染暴露剂量与健康风险评估评价课题研究。2004~2007 年,美国 EPA 设立底特律暴露与气溶胶研究项目,该项目共有 120 个志愿者参与,涉及 7 个社区,分冬季和夏季两期让参与者在户内外放置监测仪,并随身佩戴检测仪,记录日常活动。通过户内外检测仪数据和日常活动记录进行环境空气污染暴

露级联关于健康风险评估课题研究。

## 2.2 我国响应需求的方式

### 2.2.1 进口、组装、生产、销售各类消费级检测仪

国内市场为了响应与日俱增的传感器需求量,大量厂商进口国外传感器,经技术人员研发组装方案后,加工组装生产成为消费级检测仪进行销售。国内市场上出现一批新型的消费级环境质量检测仪。此类设备具有以下特点:①价格低廉。在电商平台上以“空气质量检测仪”为关键词进行检索,共有上万件相符的商品,平均价格在 200 元左右;②易于操作。当前市场上容易获得的廉价颗粒物传感器均采用光散射法进行颗粒物检测,操作步骤简单;③测量精度低。为了评估目前电商平台销售的颗粒物检测仪产品质量,国家质检总局组织开展了对网售检测仪产品的风险监测。30 批次的样品,29 批次没有标注执行标准;在  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  每立方米的测试浓度时,示值误差不符合参考标准要求批次达到 93%,测量重复性不符合参考标准要求也有 46%。

### 2.2.2 政府完善常规监测网络以及环境信息发布

#### (1) 完善常规监管监测网络

各地方政府逐步完善常规监管监测网络,增设监测站点数量,加密监测站点分布,监测数据时间分辨率越来越高。除了增加监测站点数量,对监测站点的密度也提出了更高的要求<sup>[4]</sup>。青岛市环保局印发《青岛市市级环境空气质量自动监测站管理办法》,要求每  $25 \text{ km}^2$  建一个监测站。

#### (2) 加强环境信息发布

各地方政府加强环境信息的实时发布,通过显示屏(街道、社区)、传统纸媒、电视、新媒体(网站、微信、微博)、手机 APP 客户端等渠道将监测结果告知公众。政府开始了解、逐步满足需求。

#### (3) 加强与公众进行对话、沟通与合作

2011 年以来,以“美国驻华大使馆公布  $\text{PM}_{2.5}$  监测数据”为标志性事件,公众自测环境空气质量、共享环境质量信息的行为开始受到社会广泛关注<sup>[4]</sup>。政府环境管理部门通过一次次活动逐步加强与公众的对话、沟通与合作,促进了环境监测与环境监测信息公开。2011 年 6 月,北京的达尔问自然求知社开放公众报名,用一台激光粉尘检测仪开始持续的接力自测。2011 年 10 月,美国驻华大使馆公布的  $\text{PM}_{2.5}$  监测数据。引起我国公众的强烈关注,并引发了有关

$\text{PM}_{2.5}$  的大讨论和公众自测  $\text{PM}_{2.5}$  活动。到 11 月底,达尔问负责人冯永锋发起“我为祖国测空气”的活动,号召为各地的环保民间组织捐资购买检测仪开展自测,上海、浙江、广州等地都有了自测设备。2012 年 10 月,民间组织公众环境研究中心在北京发布了《2012 年城市空气质量信息公开指数(AQTI)的评价结果》,广州成为中国城市空气质量信息公开程度最高的城市。

#### (4) 开始鼓励、指导公众进行自行监测及数据利用

自 2011 年关于空气质量  $\text{PM}_{2.5}$  指数讨论成为公众议题后,许多国内民众发现美国大使馆数据和官方数据的差别,转而身体力行加入“我为祖国测空气”行动<sup>[4]</sup>。一时间,在北京、上海、广州、温州等不少城市,热衷测空气的环保人士涌现,通过一台小小的检测设备让更多的公众关注、发现空气污染的规律,进而趋利避害。近几年,政府对公众自测环境信息行为的态度从反对、禁止逐渐转变为默许、鼓励、指导。2014 年,杭州市下城区文晖街道打造首个公众环境监测实验室,实验室面向居民开放,免费为居民提供一些简易的便民检测服务,重点宣传、普及环保知识,实时监控辖区生态环境质量<sup>[9]</sup>。

## 2.3 广州市响应需求的方式

### 2.3.1 完善常规监管监测网络

2012 年前,广州市仅有 10 个环境空气质量国控监测点。2012 年底新增至 29 个,其中两个为路边监测站,使得广州成为中国大陆第一个设立路边监测站的城市。2013 年底新增至 31 个。2014 年底新增至 36 个。《广州市大气污染综合防治工作方案(2014-2016 年)》中明确十大防治行动中其中一项为“完善空气质量监测体系和信息发布机制”。2015 年底, $\text{PM}_{2.5}$  自动监测站点达到 50 个。

### 2.3.2 实现多渠道环境信息发布

广州市环保部门每日通过官方网站、微博、电台等多种渠道发布全市空气质量状况,每小时更新一次。2012 年 3 月 8 日,广州市在全国率先按照国家新环境空气质量标准全面公布了 10 个国控监测点的监测结果。2012 年 12 月 28 日,广州空气质量实时发布系统正式改版,19 个新增站点开始发布数据,不仅包括  $\text{PM}_{2.5}$ 、臭氧在内的 6 项污染物的实时数据,还有 AQI(空气质量指数)指数。2013 年,广州

市环保局分期在广州市人流密集敏感点和环保示范社区建立一批环境质量显示屏及噪声监测点。2013年6月5日,广州市环保局发布全国首个官方版本的空气质量手机客户端“广州环保”,客户端数据每小时更新一次,可查询全市29个监测点位、6项污染物的实时监测数据。

### 2.3.3 加强与环保 NGO 之间的合作

广州市各大媒体为环保 NGO 搭建了交流与沟通的平台,促进了环保民间组织可持续发展。广州市环保部门也在发挥环保民间组织作用,推动公众参与环境保护,发挥了政府助手的作用,实现了环保 NGO 组织作为社会第三方力量的支撑作用。

## 3 对广州市推进环境监测社会化的启示

### 3.1 广州市推进环境监测社会化应满足的三种需求

#### 3.1.1 社会化需求

##### (1) 监控公共场所室内空气质量的需求

广州作为沿海经济发达城市,家居装修日趋豪华,所使用的装饰装修材料随之增多,加上空调机的普及以及各种日用化工产品和电器的广泛使用,使得室内空气污染问题日渐严重。除了居住场所的室内环境之外,公众对公共场所进行监控的需求同样显著。公共场所人流量大,室内空气受大气、建筑材料、室内物品、人流等影响较大。广州市民倾向于选择公共场所室内空气质量更佳区域从事各种社会生活。

##### (2) 自行使用检测仪监控周边环境空气质量的需求

环保部门公布的空气质量指数和污染物浓度是通过多个监测站点的监测结果反映整个区域的环境空气质量状况。当市民希望了解其所在区域的环境空气质量状况时,可选择距离其所在地最近的监测站了解。而实际上离市民最近站点往往在几十公里以外,监测点位密度未能满足市民的需求,市民更希望了解其周边环境的环境空气质量状况。目前市民能够轻易地通过电商平台购买到空气质量检测仪,了解其感兴趣区域的空气质量变化趋势。

##### (3) 公众环境空气质量、监测科普教育的需求

市民始终都只是普通民众,他们所拥有的能力不足以购买那些价格昂贵的精密的监测设备,只能依靠一些简单的监测仪器,因此,他们所得到的监测

数据显然是不够精准的,也难以具有代表性。再加上市民对如何正确使用检测仪进行测量,以及如何合法分享、传播监测信息的相关专业知识较为缺乏。当出现检测仪测量结果与身体感受相差较大、同一区域两台检测仪数据不相同等情况时,使用者不懂得如何处理、解读结果。因此,市民对如何选购、使用、操作检测仪以及如何分享测量信息等方面的需求较大,需要进行科学、系统的科普或培训。

#### 3.1.2 专业化需求

##### (1) 监控污染源的需求

广州市环保部门有精准监控污染源的需求,包括面源污染源的监控、国控监测点附近加密监控、空气主要污染物的扩散规律研究、疑似污染源的识别与筛选。以亚运城废气扰民信访投诉问题为例,工业区与居民区混杂,居民多次反映废气扰民问题,可能存在企业非法倾倒化工废液的现象。当地环保部门进行大规模排查,收效甚微,无法有效确定具体的污染源采取相应的措施。环保部门在接到重复的投诉举报后,只能再次派人进行监测,耗费大量人力物力仍未发现污染源。对于此类敏感区域的面源污染问题,如餐饮油烟、扬尘等,量大面广、复杂多样、与居民区混杂或离居民区近,难以有效地进行监管,群众举报后难以及时采集证据,加上执法人员无法满足实际需要,尤其适合应用环境感知监测系统进行实时监测,通过监控系统第一时间反应超标问题并实现自动报警,现场执法人员立即发现并及时治理,避免污染源扩大,减少环境投诉和重复投诉。

##### (2) 长期环境监测管理决策的需求

建设一套环境实时感知监控系统对于广州市环保部门进行长期的环境监测与管理决策十分有效,这类需求需要较大资金投入,但在长期内可以获得巨大回报。在传统环境监测站难以覆盖的区域或特殊的环境敏感点部署多传感器网络,以及在监测站周边布点分析以解决周边干扰监测问题,可以优化区域环境质量监测网络,提高监测站布点的科学性和有效性。系统可用于环境规划决策,包括确定城市发展空间布局方向、可以达到的环境质量目标、易于见效及需要长期整治的环境治理重点区域,确定国内国际重大赛事或会展等活动的举办地点、路线和时间等。

#### 3.1.3 产业化需求

##### (1) 建设传感器评估中心的需求

整个珠三角地区是全国最主要的空气净化机、空气传感器生产基地,全国九成以上都是在珠三角生产的,大多数为贴牌机。无论是卖到万元以上的国外著名品牌,还是数百元的不知名品牌,它们可能都出自珠三角的同一家代工厂。目前,家用空气质量检测仪属于新兴产品,在国内还没有相关标准和技术规范,也不属于必须经过国家技术监督部门强制检验和认证的范围。国家标准的缺乏,导致行业内产品鱼龙混杂,一些不具备资质的企业通过贴牌代工进入该行业。商家夸大性能和指标的广告,拉低检测仪整体质量水平,这使得市面上的产品质量参差不齐。再加上空气传感器本身测量效果可感知、可体验性差,消费者无法从感官上区分检测仪好坏。在利润的驱使下,各厂商夸大产品效果,可信度无法保证。于是,第三方机构的测评报告、认证,甚至资深用户的使用点评,成为消费者的重要参考依据。但是,所谓的民间测试如有资金支持,无疑是一种商业活动,不一定能保证公平性。因此,广州市应该建设环境空气传感器评估中心,对传感器进行测试,发布权威的评估结果。

### (2) 开发环境传感器、数据分析软件的需求

随着市民科学素质的提高,出现一批公民科学家,他们虽未经过系统的理论学习,但具备一定的科学素质,同时对某一领域具有浓厚的兴趣,能迅速地掌握这一领域的专业知识。公民科学家有自行使用、组装传感器进行环境监测和使用数据分析软件对监测数据进行分析的需求。环保部门在满足公民科学家的这一需求的同时,能够助力环境监测社会化。随着传感器技术、大数据挖掘的发展,在未来环保部门可自主研发传感器,发展环境检测智能制造<sup>[10]</sup>。在产业发展到一定程度后,应进行环境数据的大数据分析,开发专业的大数据挖掘软件满足环保部门对环境监测的相关需求,或开发监测数据可视化显示与分析软件满足公民科学家进行监测数据分析的需求。

## 3.2 广州市推进环境监测社会化的三个发展方向

### 3.2.1 社会化发展方向

社会化发展方向是指促进公众利用其参与环境监测,获取身边的环境质量信息。在这一发展方向上,环保部门应组织编写传感器指导手册,指导公众如何正确地使用传感器,包括如何采购传感器、使用

传感器、获取监测数据、提取环境信息等专业知识,以及如何共享环境信息、合法传播环境信息、利用环境信息等与信息公开的知识;同时,建立或合作建立由消费级或专业级传感器构成的社区型传感网,在社区或小范围由公众监测并上传共享数据,开展或支持利用传感网开展优化环境监测、污染源监测、环境规划与治理决策、环境质量及暴露剂量等健康研究项目。

### 3.2.2 专业化发展方向

专业化发展方向是指促进环保管理部门利用其来获取环境质量信息,加强环境监管。在这一发展方向上,广州市政府应推进环保部门与相关企业合作建立由消费级或专业级传感器构成的广域传感网,由公众在全市大范围监测并上传共享数据,开展或支持利用传感网开展优化环境监测、污染源监测、环境规划与治理决策、环境质量及暴露剂量等健康研究项目;研究、探索或推广面源污染源环境实时监控系统,包括建筑施工扬尘、道路扬尘及机动车尾气、餐饮油烟、堆场扬尘等,加强面源污染源监测监管;通过科研项目的立项,探索常规环境空气监测站周边空气传输及质量变化规律,分析影响监测站空气质量问题,或研究区域空气污染扩散及传输规律研究,找出污染源加以整治,解决疑难投诉问题;选取示范路线或社区,利用可穿戴检测仪进行空气污染物暴露剂量测量,开展健康风险评估研究,提出风险防范对策措施。

### 3.2.3 产业化发展方向

产业化发展方向是指促进企业利用其来发展环境感知监控硬软件、信息服务及大数据应用等相关行业发展。在这一发展方向上,行业协会应制定传感器性能评测或检测仪使用评估技术规范,建立传感器或检测仪评测认证平台,为各类传感器或检测仪提供评测服务,确保监测数据准确真实可靠;开发环境空气质量感知数据专业统计分析工具及大数据产业,为市民及专业工作者共享及利用环境信息提供强大专业工具,发展环境检测软件与信息服务产业;与检测仪厂商合作生产制造环保部门专业集成检测仪,发展环境检测智能制造业。

## 4 参考文献

- [1] 李佳伟. 广东大力推进环境监测社会化改革[J]. 环境, 2015(3):55-57.

- [2] Willett W, Aoki P, Kumar N, et al. Common sense community: scaffolding mobile sensing and analysis for novice users[C]. Helsinki, Finland: Springer-Verlag, 2010.
- [3] 刘立媛. 浅析美欧物联网发展和环保应用概况[J]. 中国环境管理, 2014(6):44-48.
- [4] Aspuru I, García I, Herranz K, et al. CITI-SENSE: methods and tools for empowering citizens to observe acoustic comfort in outdoor public spaces[J]. Noise Mapping, 2016, 3(1):37-48.
- [5] Hasenfratz D, Saukh O, Sturzenegger S, et al. Participatory air pollution monitoring using smartphones[J]. Mobile Sensing, 2012.
- [6] 陈原. 环保局环境监测系统的实施及改进措施分析[J]. 资源节约与环保, 2015(1):96-97.
- [7] 丁凡. 公众自测环境信息与环境知情权的法律思考[J]. 法制与社会, 2015(9):247-248.
- [8] 焦玉洁. “我为祖国测空气”——访达尔问自然求知社发起人冯永锋[J]. 世界环境, 2012(1):28-29.
- [9] 陈智慧. 文晖街道: 打造首个公众环境监测实验室[J]. 杭州(生活品质版), 2014(3):58.
- [10] 蒙海涛, 张骥, 易晓娟, 等. 物联网技术在环境监测中的应用[J]. 环境科学与管理, 2013(1):10-12.

## The Demand Analysis of Socialization of Environmental Monitoring at Home and Aboard and the Enlightenment to Guangzhou

Wang Jing

**Abstract** The characteristics and classification of demand of socialization of environmental monitoring was reviewed in this paper. Response to these demands at home and aboard were emphatically introduced and discussed. Finally, it put forward that the future development of socialization of environmental monitoring should focus on three types of demand and three development directions.

**Key words** environmental monitoring socialization environment sensor

(上接第7页)

### 6 参考文献

- [1] 陆思华, 邵敏, 王鸣. 城市大气挥发性有机化合物(VOCs)测量技术[M]. 北京: 中国环境出版社, 2012.
- [2] 李红松. 统计数据分析方法与技术[M]. 北京: 经济管理出版社, 2014.
- [3] 周民良. 工业化、污染治理与中国区域可持续发展[M]. 北京: 经济管理出版社, 2012.
- [4] 环境保护部. HJ664-2013 环境空气质量监测点位布设技术规范(试行)[S/OL]. [2013-09-25]. [http://kjs.mep.gov.cn/hjbhzb/bzwb/dqjhbh/jcffffbz/201309/t20130925\\_260810.htm](http://kjs.mep.gov.cn/hjbhzb/bzwb/dqjhbh/jcffffbz/201309/t20130925_260810.htm).
- [5] 环境保护部. HJ193-2013 环境空气气态污染物(SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>、CO)连续自动监测系统安装技术规范[S/OL]. [2013-08-02].
- [6] 环境保护部. HJ655-2013 环境空气颗粒物(PM<sub>10</sub>和PM<sub>2.5</sub>)连续自动监测系统安装和验收技术规范[S/OL]. [2013-08-02]. [http://kjs.mep.gov.cn/hjbhzb/bzwb/dqjhbh/jcffffbz/201308/t20130802\\_256855.htm](http://kjs.mep.gov.cn/hjbhzb/bzwb/dqjhbh/jcffffbz/201308/t20130802_256855.htm).

## Case Analysis of Design Scheme of Atmospheric Early Warning System in Guangzhou Development Zone

Zhong Piao Si Zhang Xuemei

**Abstract** With the economic and social development in Guangzhou Development Zone, the residential area near the industrial area have been completed, the population density is increasing, atmospheric environmental risk problems caused by industrial production activities have become increasingly prominent. Guangzhou Development Zone atmospheric warning system is based on 1 super automatic monitoring stations as the core, and is supported by 10 on-line monitoring stations composed of micro and harmful pollutants on-line monitoring points (namely micro sub stations). The project can improve development district environmental monitoring emergency ability, which would be helpful to the sustainable development of Guangzhou Development District.

**Key words** pre-warning system project sustainable development



## 广州市推进突发环境事件环境损害评估对策建议

李明光 杨 今

(广州市环境保护科学研究院, 广州 510620)

**摘 要** 突发环境事件环境损害评估是科学判定突发环境事件级别和类型、依法开展事后恢复重建及追究污染者法律责任的基本依据。本文介绍了突发环境事件环境损害评估的国内进展情况和广州市相关工作基础,分析了存在的问题,并提出了广州市推进该项工作的对策建议。

**关键词** 突发环境事件 环境损害评估 广州市

突发环境事件环境损害评估是对突发环境事件造成的环境损害的时空范围和程度进行调查和评估的过程,是科学判定突发环境事件级别和类型、依法开展突发环境事件事后恢复重建及追究污染者法律责任的基本依据。广州市处于突发环境事件的高发期,但开展环境损害评估的很少,不利于突发环境事件的预防、事后恢复重建及追究责任。

### 1 国内突发环境事件环境损害评估进展情况

我国对突发环境事件环境损害评估的相关研究和工作起步较晚,发展远较国外落后,但近年来正在迅速发展。农业、海洋、国土资源等部门开展过一些环境污染损害评估,如 2002 年“塔斯曼海轮”溢油案等。2011 年 5 月,环保部发布了《关于开展环境污染损害鉴定评估工作的若干意见》(环发[2011]60 号),开始大力推动环境污染损害鉴定评估工作,在河北、江苏、山东、河南、湖南、重庆、昆明等 7 个省市组织地方试点(现已有 3 批 13 个省市试点),开展了 30 多个实际评估,包括广西龙江河镉污染事件、贵州铜仁市万泰锰业有限公司锰渣库泄漏事件等多起重特大突发环境事件损害评估,编制了完整的损害评估报告,直接为事件定级服务,损害评估对突发环境事件应对的支撑作用日益显现。但部分地方对此项工作心存疑虑,重视程度不够,评估程序和相关要求不落实,专业队伍和机构能力不足,导致评估报告质量参差不齐<sup>[1]</sup>,同时也尚未建立与公检法系统的紧密合作协调机制。

在立法方面,目前我国对环境污染损害评估制度还没有专门立法,仅在民法以及环境保护上位法规定了环境污染损害赔偿责任。环境损害评估启动督促与责任追究、环境损害评估机构资质和收费管理、评估结论应用管理与法律效力、环境损害和评估费用分担追索与保障、损害评估的法律救济措施等制度尚不健全。

在技术规范方面,其他部门走在环保部门前面。农业、海洋、国土资源等部门制定了一些环境污染损害评估的规范性文件或行业标准。农业部针对农业和渔业环境污染事故,分别于 2007 年发布了《农业环境污染事故损失评价技术准则》(NY/T 1263-2007)和《渔业污染事故经济损失评价方法》(GB/T21678-2008)。国家海洋局于 2007 年发布了《海洋溢油生态损害评估技术导则》,2013 年 8 月发布《海洋生态损害评估技术指南》(试行)。环保部 2011 年 5 月发布了《环境污染损害数额计算推荐方法(第 I 版)》,随后发布了第 2 版,2014 年 12 月印发了《突发环境事件应急处置阶段环境损害评估推荐方法》(环办[2014]118 号),专门对应急处置阶段的环境损害评估的工作程序、评估内容、评估方法和报告编写进行了规定。2016 年 6 月,环保部发布《环境损害鉴定评估技术指南总纲》及《环境损害鉴定评估技术指南损害调查》,拉开了环境损害鉴定评估技术指南体系建设的序幕。

在专业队伍方面,目前全国主要依托环保系统现有科研技术单位,组建了一批环境污染损害鉴定

评估管理与技术支撑队伍,一些地方成立了环境损害鉴定评估机构,部分取得了司法鉴定资质。环保部2014年和2016年分别推荐了两批环境损害鉴定评估推荐机构共29家(环办[2014]3号及环办政法[2016]10号),但总的来看专业队伍的数量和能力、质量还远不能满足环境损害鉴定评估发展的要求。

在管理机制方面,新修订的《环境保护法》第四十七条规定“突发环境事件应急处置工作结束后,有关人民政府应当立即组织评估事件造成的环境影响和损失,并及时将评估结果向社会公布。”2013年环保部出台了《突发环境事件应急处置阶段污染损害评估工作程序规定》(环发[2013]85号),对应急处置阶段的污染损害评估程序进行了规定,但目前尚未对中长期阶段的污染损害评估程序进行规定。

## 2 广州市突发环境事件环境损害评估工作基础及特点

### 2.1 工作基础较好,为一些案件的行政和司法处理提供了较好依据

广州市开展突发环境事件环境损害评估较早,也开展过一些在国内有影响的环境损害评估,为案件的行政和司法处理提供了较好依据,包括2005年华南第一例以重大环境污染事故罪判刑的案例(广州市芳村区海北化工购销部含酸废水直接排入佛山水道污染损害评估)、全国首宗检察机关支持中华环保联合会作为原告提起的土壤受污染公益诉讼案(2012年广州市白云区钟落潭镇白土村鱼塘倾倒污泥环境污染损害评估)及2015年广州市白云区蓝天航油公司航油输送管道泄漏突发事件污染损害评估等。此外,还开展过一些非突发环境事件的污染损害评估,如洗水厂、养猪场、电镀企业直接将废水排入水体的污染损害评估等。

### 2.2 近年来对一般突发环境事件开展损害评估数量很少

据市环保部门接报的突发环境事件统计,2010~2015年共接报处理263宗突发环境事件,均为一般级别的突发环境事件,其中水污染事件112宗,占42.6%,大气污染事件115宗,占43.7%,固体废

物污染事件32宗,占12.2%,噪声和辐射污染事件各2宗,各占0.8%。主要事件起因是企业安全生产,占26.6%,其次是交通事故,占21.7%,企业违法排污占8.4%,其他及不明占43%,包括各类施工废水直排、船舶偷排、第三产业及个人生活等。绝大多数事件均由各应急相关部门组织人员在短时间(数小时至一天)内处理完毕,环保部门认为未造成环境污染或未对环境造成明显影响,一切恢复正常,没有进行损害评估。由于《广州市突发环境事件应急预案》(2009年及穗府办[2014]36号)没有开展污染损害评估的要求,因此对一般突发环境事件开展损害评估数量很少。在此期间环保部门仅组织编制了1份突发事件污染损害评估报告(即白云区蓝天航油公司航油输送管道泄漏突发事件污染损害评估)。

### 2.3 当前的环境损害评估内容和方法尚不够深入全面

上述几份环境损害评估报告是在突发环境事件应急处置阶段结束后对突发环境事件的污染损害进行评估,包括应急处置费用和中长期环境损害,人身损害和财产损害的评估较少涉及。应急处置费用包括应急处置阶段各级政府与相关单位为预防或者减少突发环境事件造成的各类损害支出的污染控制、污染清理、应急监测、人员转移安置等费用,按照直接市场价值法评估(主要由污染控制单位、污染清理单位及应急监测单位提供实际费用清单),重点提出突发环境事件的直接经济损失。中长期环境损害主要采用恢复费用法,一般要求人工恢复到突发事件发生前的使用功能,缺少基本恢复方案(恢复措施,包括自然恢复和人工恢复等)的筛选过程,还没有对补偿性恢复(对受损期间的生态服务功能进行补偿恢复)和补充性恢复进行探讨,有可能造成在目前技术水平下人工恢复行动耗资巨大,不符合成本效益原则,超出使用功能要求,造成环境损害数额过高的情况。

## 3 广州市推进突发环境事件环境损害评估的对策建议

广州市仍然处于突发环境事件的高发期,但开展环境损害评估的很少,不利于突发环境事件的预防、事后恢复重建及追究责任。广州应在国家有关

法律法规、方法标准和技术规范规定和指导下,积极加强和完善环境损害评估工作机制,主要的对策建议如下:

### 3.1 立法明确政府部门机构的职责分工

根据突发环境事件环境影响及损失评估管理需要,建议《广州市突发环境事件应急预案》或更高层次地方立法中明确政府部门或机构在评估中的职责分工如下:

市突发事件应急委员会:批准突发环境事件应急处置阶段评估报告;批准突发环境事件中长期损害评估启动请求报告、评估报告,并将评估报告报送给市委或市政府,由市委或市政府转至相关部门或机构(市纪委、组织部门、市审计部门、财政部门、国资部门、纪检监察部门等)处理。

市应急管理办公室(市应急办):对环保部门提交的突发环境事件中长期损害评估的启动请求报告以及评估报告进行初步审查,向市突发事件应急委员会提出初步审查意见;协调指导评估工作。

市突发环境事件应急指挥部(市应急指挥部):批准突发环境事件应急处置阶段损害评估启动请求报告,协调较大、重大和特别重大突发环境事件应急处置阶段的损害评估工作。

市突发环境事件应急指挥办公室(市环保局):负责编写突发环境事件应急处置阶段损害评估启动请求报告并提交给市应急指挥部,负责编写突发环境事件中长期损害评估启动请求报告并提交给市突发事件应急委员会,组织开展突发环境事件应急处置阶段损害评估和中长期损害评估并向市人民政府或市突发事件应急委员会提交评估报告,向市人民政府、市突发事件应急委员会、市应急指挥部及其成员单位通报评估情况。

市发改部门、国规部门、工信部门、公安部门、交通部门、建设部门、水务部门、农业(海洋渔业)部门、卫生部门、林园部门、食药部门、气象部门、海事部门、安监部门等:协助突发环境事件应急处置阶段及中长期损害评估工作。

市财政部门:负责保障无法确定突发环境事件肇事者或肇事者无力支付情况下的损害评估经费,对评估经费的使用与管理进行监督,会同环保部门等建立突发环境事件损害评估经费保障和追索机制。

### 3.2 严格环境损害评估责任追究,将环境损害评估纳入政府环保目标责任考核和党政领导生态环境损害责任追究机制

将实施环境损害评估的情况纳入广州各区环保目标责任考核体系。对于政府在突发环境事件发生后不按评估工作程序要求部署突发环境事件环境损害评估工作的,以及对于环保部门依法要求启动应急处置阶段和中长期阶段环境损害评估而不启动评估工作的,要严肃追究领导干部责任。

### 3.3 在环境突发事件应急预案中明确环保部门组织环境损害评估并设置生态环境损害评估自动触发条件

《北京市突发环境事件应急预案》(2015年修订)已经明确将损害评估列为后期工作(5.2),由市环保部门负责组织相关部门开展突发环境事件污染损害评估工作,并将评估结果向社会公布。评估结论作为事件调查处理、损害赔偿、环境修复和生态恢复重建的依据。我市也可在本市突发环境事件应急预案中规定由市环保部门组织损害评估。

由于对环境损害的评估是专业技术性较强的工作,因此应在我市环境突发事件应急预案中规定在我市特定环境敏感区域内或一定距离内、在与其他城市或各区交界区域等范围发生的突发事件,或某些特定突发事件将自动触发生态环境损害评估,而不需等待政府(包括环保部门)统一安排,以减少政府(包括环保部门)误判环境损害程度的责任风险。

### 3.4 鼓励环保部门自行或利用环境公益诉讼机制开展一般突发事件环境损害评估

一般突发环境事件通常可占突发事件总数的90%以上,不属于需要政府开展环境损害评估的突发环境事件级别。广州市发生的一般突发环境事件尽管没有造成严重的环境污染或明显的环境影响,但是造成了一定的环境损害,应该对有明确违法或肇事责任的企业或个人追索生态环境损害赔偿,才能使社会更加重视环境,预防突发事件发生。

一般突发环境事件应采用尽量简单的环境损害评估办法。目前推荐的采用虚拟治理成本法(指工业企业或污水处理厂治理等量的排放到环境中的污染物应该花费的成本,即污染物排放量与单位污染物虚拟治理成本的乘积。单位污染物虚拟治理成本是

指突发环境事件发生地的工业企业或污水处理厂单位污染物治理平均成本(含固定资产折旧))数据较难获取且变动性较大,建议采用以排污费为基础的计算方法。排污费是国家环境管理的重要经济手段,很多环境管理政策工具,特别是监管处罚均以排污费为基础。排污费有较强的科学依据(如不同污染物的污染当量),对污染物覆盖面较广,近年来已经逐渐调高以覆盖治理成本。对突发环境事件进行损害评估时可以在排污费基础上收取超标、无组织排放等因素结合在一起的惩罚性排污费。将突发环境事件的排污量、环境功能区及事件特征等简单因素结合起来,可以由环保部门自行(由执法监察机构在应急处置时即可进行前期工作或全部工作)或鼓励符合条件的社会环保组织利用环境公益诉讼及环境损害评估基金机制开展一般突发事件环境损害评估,以进一步追究污染者责任,维护环境利益。

### 3.5 细化落实损害评估信息公开、公众参与以及法律救济措施,强化对损害评估的监管

要求环境损害评估报告在编制完成后向公众全本公开并征求包括污染者在内的公众意见,由于环境损害评估公众参与具有较强的专业性和技术性,普通公众难以积极有效参与,因此可以建立政府购买相关社会专业环保组织引导公众参与环境损害评估服务的机制。环境损害评估报告应对公众关注的问题进行回应。公众有权通过行政复议、行政诉讼等形式要求政府及有关部门及时纠正错误的评估报告和结论。故意弄虚作假的评估机构、人员和专家将承担法律责任,与污染者主观恶意串通的评估机构应承担连带责任。

### 3.6 发展并严格管理广州市公益性、专业化的环境损害鉴定评估机构

位于广州市的环境损害鉴定评估机构已有两家,但鉴定评估收费均按市场标准,还未体现环境损害鉴定评估的公益性质,不利于环境损害鉴定评估的迅速发展。同时,由一家评估机构按时间完成一次环境污染损害鉴定评估的全部工作多数情况下也是不现实的,需要发展多家能够开展损害调查、污染损害成因(因果关系确定)及损害量化(实物量化及价值量化,包括恢复方案的筛选确定)等不同环节的专业鉴定评估机构。因此,现阶段应通过政府购买服务

或财政补贴等方式积极发展独立的、非盈利性、公益性的环境损害鉴定评估机构(包括专业鉴定评估机构和监测机构等)或降低向鉴定申请者收取的实际费用,对环境损害鉴定评估机构实施统一的司法鉴定资质管理及信用管理。

### 3.7 加强研究,实现损害评估方法技术规范的地方化,建立本市环境损害评估数据库

在国家行业标准(推荐方法)的基础上,结合广州特点,针对刑事、民事和行政以及应急处置阶段和中长期评估阶段等对损害评估的不同需求,开展本地环境损害评估相关技术规范的研究,重点是本地损害价值量化方法技术参数(包括替代价值法、环境价值法、生态环境修复费用等)研究,构建一套地方化的科学实用的环境污染损害鉴定评估的工作程序、评估方式、认定办法、评估指标体系、方法标准和技术规范,同时还要建立广州市环境损害评估数据库,为持续开展环境损害评估研究提供便利。

### 3.8 发展环境污染责任保险,建立环境损害评估基金,建立评估的资金保障机制

积极推行高风险行业的强制性环境污染责任保险,从企业所交的保险金中提取部分比例,与政府适当比例的财政资金(可源于对企业的环保行政处罚罚款或排污收费资金)、污染者环境损害赔偿金部分比例及社会捐赠资金等结合建立广州市突发事件环境损害评估基金(也可以扩展为赔偿基金),由专业化机构进行管理,滚动发展,为突发环境事件环境损害的评估经费(特别是无法或短期难以查明责任主体)提供保障。

### 3.9 建立环保部门与公检法系统的紧密合作机制,推动环境损害鉴定评估成果司法化进程

建立环保部门与公检法系统在不同类型突发环境事件环境损害评估案件(刑事、民事、行政案件)的沟通渠道和紧密的合作机制,增加信任度和配合度,提高损害评估工作效率,推动损害鉴定结论司法化进程。

## 4 参考文献

- [1] 李丹. 评估突发事件损害,需破几重冰? [J]. 环境经济, 2015(5):16-17.

## 微量振荡天平法颗粒物自动监测系统组建及管理

刘莉 黄祖照 裴成磊

(广州市环境监测中心站, 广州 510030)

**摘要** 介绍了在空气质量自动监测子站组建微量振荡天平法颗粒物自动监测系统的一些方法, 并提出在管理中的一些问题和解决措施, 旨在能为微量振荡天平法颗粒物监测系统的稳定性和监测的数据有效性提供参考。

**关键词** 微量振荡天平法 颗粒物 自动监测系统 组建 管理

国家环保部 2012 年新颁布了《环境空气质量标准》, 新标准对环境空气污染物浓度监测的项目有  $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_2$ 、 $\text{CO}$ 、 $\text{O}_3$ 、 $\text{PM}_{10}$  和  $\text{PM}_{2.5}$ 。为规范环境空气中颗粒物连续自动监测系统的性能和质量, 国家环保部于 2013 年 7 月出版了《环境空气颗粒物( $\text{PM}_{10}$  和  $\text{PM}_{2.5}$ )连续自动监测系统技术要求及监测方法》, 在该技术要求中规定对颗粒物的连续监测系统所配置的监测仪器的监测方法要求为  $\beta$  射线吸收法或微量振荡天平法(以下简称 TEOM 法)。本文根据广州市环境监测中心站多年来对 TEOM 法颗粒物自动监测系统的使用经验, 介绍了在组建和管理 TEOM 法颗粒物自动监测系统中的一些问题和解决方法。

### 1 系统组建

TEOM 法颗粒物自动监测系统主要包括监测仪器、数据采集传输系统以及由安装设备所需要的固定装置、采样泵等其他辅助设备组成。

#### 1.1 仪器选型及工作原理

目前较为广泛使用的 TEOM 法颗粒物自动监测仪器为赛默飞世尔科技有限公司的仪器, 主要型号包括 1405、1405D、1405F、1405DF。其中 D 表示双通道采样, 同时监测  $\text{PM}_{10}$  和  $\text{PM}_{2.5}$ ; F 表示含有膜动态测量系统, 用于  $\text{PM}_{2.5}$  细小颗粒物中非挥发性和半挥发性物质测量。

质量传感器是 TEOM 法颗粒物自动监测仪器的一个主要部件, 其称重原理类似实验室微量天平的原理, 感应器探测到的质量是测量锥形原件频率

改变的结果, 流量控制器控制环境空气以恒定流速 (16.67 L/min) 流过滤膜, 其中的颗粒物沉积于滤膜上。在自由端带有滤膜座的振荡锥形管可认为是一个弹性质量系统谐波振荡器, 根据颗粒物质量变化和频率变化之间的关系, 可计算颗粒物的质量变化:

$$dm = K_0 \times [(1/f_1^2) - (1/f_0^2)] \quad (1)$$

式中:  $dm$  为沉积在滤膜上的颗粒物质量之和,  $K_0$  为弹性常数(仪器的校准常数),  $f_0$  为没有颗粒物沉积在滤膜上时的初始频率,  $f_1$  为有颗粒物沉积在滤膜上时的最终频率; 滤膜被连续称重, 可近似实时地计算出颗粒物的质量浓度。

#### 1.2 工作环境

TEOM 法颗粒物自动监测仪器可安置于温度  $8^\circ\text{C} \sim 25^\circ\text{C}$  之间的室内, 其传感器单元应安置在温度波动相对较小的环境中。在我国南部高湿度地区, 应将采样管的延长部分使用绝热管保护。仪器内部流量控制器遇水很容易损坏, 因此站房内的空调出风口切勿直对仪器以及气水分离器, 且气水分离器应得竖直放置, 以最大限度的免冷凝水损坏仪器。确保整个采样管路处于垂直向下位置, 外面采样管于仪器入口采用橡胶连接管连接, 安装时应保证该连接管无任何弯曲。

#### 1.3 数据采集传输系统组建

##### 1.3.1 系统组建

TEOM 法颗粒物自动监测仪器内部缓存可存储大量数据, 仪器具有模拟和数字输出接口, 提供模拟信号输出设置和数字信号通讯协议。数据采集系统

包括数据采集工控机、数据采集软件、通讯线路以及通信网络<sup>[1]</sup>。数据采集软件通过工控机中串口、模数转换器、数据通讯线路及协议即可方便地获取仪器的监测数据,数据采集系统设计流程见图1。

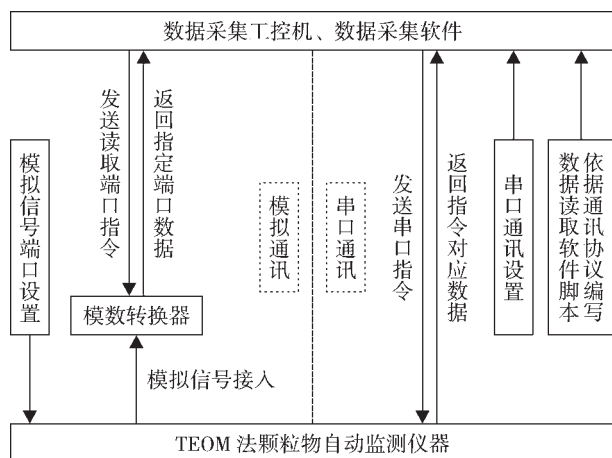


图1 数据采集系统设计流程

模拟通讯时,首先要选择模拟信号输出通道,设置模拟输出变量类型和模拟信号的范围,使用数模转换模块将模拟信号转换成数字信号;其次,编写数据采集软件指令,读取模拟信号;最后根据模拟信号的大小将其转换成对应的颗粒物浓度值数据。

数字通讯时,首先要使用RS232通讯线路将数据采集工控机和仪器连接,再设置好通讯端口(通常为9600波特率、8bit数据位、无奇偶校验位以及1个停止位),最后根据通讯协议编写通讯指令,读取仪器监测颗粒物浓度值数据。

基于有线和无线通讯技术,可方便组建数据传输系统,实现数据采集系统和远端数据中心间的数据传输和存储<sup>[1]</sup>。

### 1.3.2 数据收发确认机制

为确保数据的接收,数据采集系统与远端数据中心之间采用了数据收发确认机制,即数据采集系统采集的五分钟值和小时值按队列逐条发给远端数据中心;待数据接收并存储后,远程数据中心将发送数据接受确认回条;数据采集系统收到确认回条后才将相应数据从发送队列中删除;未被确认的数据,将保存在发送队列中持续发送。

### 1.3.3 诊断模块设计

通过串口数字通讯,TEOM法颗粒物自动监测仪器允许用户远程查询任何系统变量的当前值,并

允许用户改变这些系统变量的值;因此,参照1.3节可以建立起仪器系统诊断系统。较长用到的诊断信息有:当前盖温度、当前帽温度、旁路流量、TEOM流量、真空泵压力、TEOM膜负载百分比、TEOM质量变化率、TEOM频率、TEOM噪声等。

## 2 系统管理

随着全国空气质量实时发布工作的开展,监测数据的有效性显得十分重要。因此,一方面需要对仪器常规故障有很好的总结<sup>[2-3]</sup>;另一方面需要能第一时间发现问题、解决问题;另外,对仪器运行质量控制问题的总结也十分必要。

### 2.1 五分钟值审核判别机制

针对TEOM法颗粒物自动监测系统建立了五分钟值审核判别机制,目的是为TEOM法颗粒物自动监测系统提供快速有效的诊断的途径,旨在能在第一时间发现问题,保障监测数据的有效性,审核判别流程见图2。

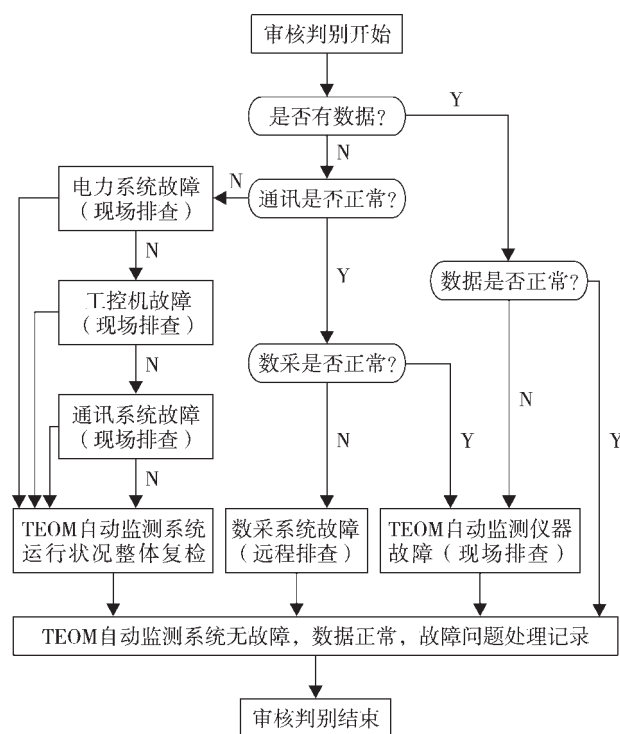


图2 五分钟值审核判别流程

一些常见的异常数据及对应的故障:①无数据:仪器断电;②满量程:纸带断裂;③负值:环境湿度剧烈变化<sup>[4]</sup>;④数据偏低:系统有漏气;切割器

阻塞;⑤数据上下变化较大:仪器滤膜负载过大;仪器重启后 1 h (仪器刚启动时,质量浓度的值是累计的动态平均值,这将持续 1 h,这些原始值只用于内部计算)。

数据采集系统中的诊断模块,可远程对仪器各参数进行诊断,有助于找出问题点,为故障判别和处理提供参考。

## 2.2 质量控制

### 2.2.1 运行管理制度

运行管理工作的制度化能有效地保障系统维护的规律性,对减少异常数据发生有较大帮助:①每周 1 次巡检站房内电力系统、工控机、通讯系统、数据采集系统的运行参数;②每周 1 次巡检仪器运行状态,及时更换将要过载的滤膜和过滤器;③每月 1 次检查/校准环境温度、压力、流量,并进行 1 次气体管路泄漏检查;④每年 1 次检查模拟输出,校准质量传感器;⑤易受台风影响的地区要每年加固采样管,强化连接头的密封措施。

湿度和长时间的高浓度环境会给 TEOM 法颗粒物自动监测结果带来异常,季节性加密维护制度较为必要:①春夏季节,湿度较大或雨季时,提高气体管路泄漏检查、子站温度检查和滤膜更换频率,将减少负值出现频率;提高对子站空调、仪器加热状态的检查,严防冷凝水;②秋冬季节,天气普遍干燥,环境颗粒物在较长时间维持高浓度,提高各支路过滤器的检查和更换频次,提高切割器清洗频次,防止因气路堵塞导致监测数据异常。

### 2.2.2 气路检漏

TEOM 法颗粒物自动监测仪器管路较为复杂,连接件和接口众多,容易出现漏气,且漏气点不易检查。任何的漏气都将对监测数据产生影响,气路的检漏十分必要。

(1) 检漏步骤:移除滤膜,断开真空泵管,仪器将测量无泵时的“零”流速  $V_0$ ;接回真空泵管路,使用流量核查配适器关闭入口,仪器测量稳定后的流量  $V$ ;通过比较  $V_0$  和  $V$  之间的差别来检漏,一般主流量的偏差小于 0.15 L/min,旁路流量小于 0.6 L/min。如不满足则有漏气,需要检查并排除。

(2) 容易出现漏气点:采样管延长管与分流器的连接头,旁路连接管与分流器的连接头,采样管延长管与采样管的快速连接头,采样管于仪器的橡

胶连接处,雨水分离器,雨水分离器与旁路管路的连接口。

(3) 因接口众多,采用逐级排查法:沿气流的反方向从泵开始,使用流量计对每级接口逐个检查;接头前后流量计流量不应有偏差。解决漏气点的一般的是拧紧接口或更换接头;一些快速连接头处,可使用玻璃胶或胶布缠绕的方法解决;更换过滤器及密封胶圈。

### 2.2.3 流量校准

TEOM 法颗粒物自动监测仪器各个管路流量不同,单通道仪器主流量一般设置为 3.0 L/min 或 1 L/min,旁路流量一般设置为 1.0 L/min 或 15.67 L/min;双通道监测仪器粗颗粒流量为 1.67 L/min,细颗粒流量为 3.0 L/min,旁路流量为 12.0 L/min。在确保管路无漏气后,按照校准菜单提示步骤每个流量三点校准后即完成全部校准工作;在校准主流量时,需要将旁路管路断开,并用 1/8 英寸的堵头将旁路口堵死。

### 2.2.4 验证校准常数

TEOM 法颗粒物自动监测仪器中的质量传感器的校准,取决于质量传感器的物理机械特性,即公式(1)中的  $K_0$ ,该常数为弹性常数也称为仪器的校准常数:

$$K_0 = dm / [(1/f_1^2) - (1/f_0^2)] \quad (2)$$

通过测量已加载和未加载已知质量(已知质量的颗粒物滤膜)时的频率,可得  $K_0$ 。

## 3 结束

广州市站组建使用 TEOM 法开展颗粒物自动监测已有多年时间,在长期运行管理中总结的问题和解决方法,能较好的保障系统的稳定性和监测数据的有效性。

## 4 参考文献

- [1] 裴成磊,梁永健,刘文彬,等.广州市空气质量自动监测系统设计及建设[J].环境监控与预警,2011,3(2):27-29,73.
- [2] 冯静,董君,刘世朋. TEOM 颗粒物 1405 型颗粒物监测仪常见故障分析及解决方案[J].科技传播,2013(2):34-35.
- [3] 梁永健,裴成磊.广州市灰霾颗粒物监测仪安装维护浅析[J].现代科学仪器,2011(2):124-125,128.
- [4] 屈文军,张小曳,王丹,等.湿度变化对 TEOM<sup>®</sup> 1400a 系列环境颗粒物监测仪 PM<sub>10</sub> 质量浓度观测的影响[J].中国粉粒技术,2006(2):1-3.

## Construction and Management of the Particulate Matter Automatic Monitoring System of Tapered Element Oscillating Microbalance

Liu Li Huang Zhuzao Pei Chenglei

**Abstract** This paper described some methods in the construction of particulate matter automatic monitoring system of tapered element oscillating microbalance. It also brought forward some problems and their solutions in the management of this system. Hope to provide some references for system stability and data validity.

**Key words** tapered element oscillating microbalance particulate matter automatic monitoring system construction management

(上接第 42 页)

## Suggestions and Countermeasures to Promote Environmental Damage Assessment of Emergent Environmental Accident in Guangzhou

Li Mingguang Yang Jin

**Abstract** Environmental damage assessment is the basis to determine the level and category of emergent environmental accident, restore the damaged environment, investigate for legal responsibility of polluter according to law. This paper introduced the domestic progress of the environmental damage assessment of emergent environmental accident and relevant working basis in Guangzhou, analyzed the existing problems and put forward suggestions and countermeasures to promote the work in Guangzhou.

**Key words** emergent environmental accident environmental damage assessment Guangzhou

## 河涌两岸“散乱污”企业将被清理

广州日报讯(全媒体记者杜娟)作为污染河涌和流溪河水质的重要来源,广州将对重点河涌流域两岸的“散乱污”工业企业进行全面清理。近日,《广州市人民政府关于开展清理整顿重点河涌流域“散乱污”工业企业的通告(征求意见稿)》开始公示,其中要求,2017年12月底前,完成35条黑臭河涌流域和流溪河干流的“散乱污”工业企业的清理整顿工作;而且各区人民政府应建立对依法取缔、搬迁企业场地的定期巡查机制,防止死灰复燃,并组织对实施提升改造后恢复生产的企业加强日常巡查及监管。

所称的“散乱污”工业企业,是指不符合产业政策和产业布局规划,污染物排放不能稳定达标,以及环保、国土规划、工商、税务、质监、安监、消防等手续不全,污染环境的工业企业、工场作坊。主要是分布在河涌和流溪河两岸的印刷、制革、印染、洗水、五金、冶炼、电镀、酿造、水泥、玻璃、汽修、食品加工、石材加工、家具制造、机械、电子、仓储、废旧资源加工等行业。

本次清理整顿的范围包括重点河涌流域、流溪河流域、东江北干流及珠江广州河段干流河道管理范围。而上述河涌和流域的河道管理范围具体如何,由市和各有关区水务行政主管部门依照管理职责以地图或文字说明形式公布。

不过《通告》要求,规定范围内的“散乱污”工业企业应于2017年9月30日前自行停产停业、搬迁或拆除。

与此同时,各区人民政府负责实施本辖区内的“散乱污”工业企业清理整顿工作。2017年12月底前,完成35条黑臭河涌流域和流溪河干流的“散乱污”工业企业的清理整顿工作;2019年12月底前,全面完成187条河涌流域、流溪河流域、东江北干流及珠江广州河段干流河道管理范围的“散乱污”工业企业的清理整顿工作。

此外,各区人民政府应当组织镇人民政府、街道办事处全面排查辖区内的“散乱污”工业企业情况,建立“散乱污”工业企业清单,并定期更新、持续清理。各区人民政府应建立对依法取缔、搬迁企业场地的定期巡查机制,防止死灰复燃,并组织对实施提升改造后恢复生产的企业加强日常巡查及监管。

《通告》还要求,各区人民政府应每月更新“散乱污”工业企业清单,将有关清理整顿工作进展情况报送市人民政府,抄送市河长制工作领导小组办公室、市环境保护工作领导小组办公室,并在政府网站和主流新闻媒体上滚动推送相关进展信息。

摘自《广州日报》2017-07-03



# 在中学进行网络低碳教育的实践策略初探

梁 艳

(广州市增城石滩镇第一中学, 广州 511330)

**摘 要** 本文分析借鉴国外中学开展网络低碳教育的实践经验,对网络低碳教育的实践策略进行了探讨,系统而简要地介绍了网络低碳教育具体的实践方法。发现利用网络开展低碳教育更具有启发性、灵活性和创新性,为学生提供自主参与、体验的平台,使低碳教育收到实效的目的。

**关键词** 中学 网络 低碳教育

## 1 引言

现代社会是一个信息高度发达的社会,随着信息技术的迅速发展,互联网已经渗透到社会的各个领域和层面。在开展节能减排教育的过程中,如果能够有效利用互联网这把“宝剑”,将因省时省力、便捷高效而快人一步。

当代中学生已成为登陆网络的生力军,上网已成为一部分学生业余生活不可缺少的内容。我们不妨利用网络为低碳教育工作提供丰富的资源,从而延伸低碳教育工作的时间和空间。网络是一个无限扩展的空间,也是各种信息汇聚的海洋,低碳教育工作者可以从网上找到各种资源,并可根据低碳教育工作的需要加以选择和应用。受教育者在任何时间、任何地点只要上网就有可能看到网上的低碳教育信息,从而有效地实现低碳教育资源的共享。开辟多样的低碳教育途径,积极探索合理的低碳教育模式,这是大势所趋。

## 2 国外网络低碳教育的研究现状

国外一些发达国家在节能减排的低碳教育中利用互联网方便、快捷、低成本的特点,从而精心建设网络资源,更深入地开展低碳教育。

### 2.1 英国——全球通道网站

英国儿童、学校与家庭部与英国文化协会合作,创办了“全球通道网站”(网址为 [www.globalgateway.org.uk](http://www.globalgateway.org.uk)),其中包含课堂资源、教师专业发展、论坛

等丰富的课内外教育资源。例如,在“课堂资源”目录下,可以按照科目、年龄、长度、年级、全球主题、全球技能与全球展望来搜索相关资料。全球各地学校、教育相关人员都可以利用这个平台来交流分享可持续发展教育、节能减排的低碳教育的思考与实践。

### 2.2 法国——éduscol 网站

éduscol 网站(网址为 [www.eduscol.education.fr](http://www.eduscol.education.fr))是法国初等与中等教育司建设的全国性的教育宣传与沟通的网络平台。该网站协助中小学各级学校落实可持续发展教育、宣传全国活动,还提供相关的教学辅助材料。对于推动法国的节能减排的低碳教育发挥了重要的作用。

### 2.3 美国——教案分享网站

美国鼓励各个学校定期开展相关主题的教育(主要通过已有科目的不同主题,融入不同的科目),并提供了很好的网上交流与分享平台,美国能源部开设的一个网站就是一个很好的例子(网址为 <http://www1.eere.energy.gov/education/lessonplans/default.aspx>)。这个平台有节能减排相关主题的教学资源与教案设计,还可以根据主题和年级分类进行选择。例:选定“能源有效使用与节约”“5~8 年级”的教案“家庭能源使用效率”。(如图 1)

表格中我们可以看到教案所需要的各项要素都给出了,包括适用年级、主题、总结(课程目标)、融入的科目、学时、教学标准(三维目标)、教学素材和教

案作者。点开 PDF 文档,我们还可以看到更加详细的教案,可供老师下载使用,非常方便。融入的科目一栏我们可以看到“科学”“社会”和“数学”,其他教案还有的融入“语言艺术”、“技术”等。不同的教案根据其特点可以融入不同的科目之中。(如图 2)

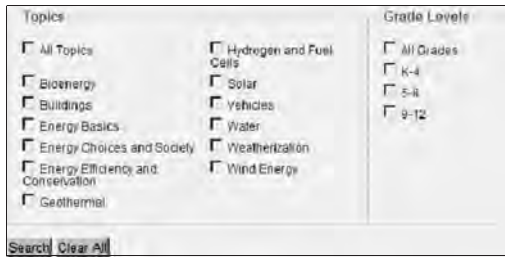


图 1 美国能源部开设的能源教案分享网站 (可选择主题和年级)

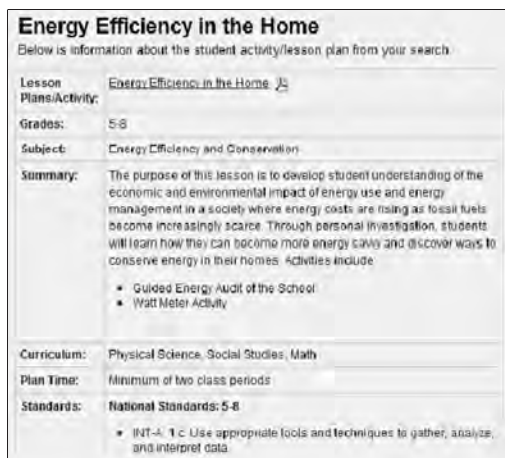


图 2 “家庭能源使用效率”教案介绍

## 2.4 丹麦——教师学习网站和学校能源论坛

为了提升教师将节能减排的低碳教育融入课堂的能力,丹麦设立了教师学习的网站

网站提供气候相关教学的课程设计方案,方案强调学生的民主参与与主动性。班级之间还可以建立跨国合作的关系。另外,网站还邀请全球各国的老师分享创新教学方案,并设有空中气候教学课程。丹麦还构建了学校能源论坛(网址为 www.skoleenergi.dk)推行能源与环境教育,特别是关于再生能源。

基于上述国外的案例,对国内开展网络低碳教育的现状的分析,可见在中学开展网络低碳教育存在着一定的难度,那么立足于中学的实际情况的基

础上,借鉴国外网络低碳教育的经验,笔者浅谈在中学进行网络低碳教育的实践与思考。

## 3 中学网络低碳教育的实施策略

### 3.1 网络低碳教育的内涵

在网络低碳教育中,网络是低碳教育的工具、环境、资源、内容和系统要素。为此,在网络低碳教育体系中,探索用网络工具(媒体)开发和运用网络信息资源与内容,使学生在主动参与、自身体验中形成践行绿色生活,建设低碳校园的低碳意识,建立低碳教育网络平台,从而提高学生践行低碳行为的能力,以及学校教育工作者利用网络载体对学生进行的低碳教育管理的总和,构建网络低碳教育理论和实践体系。

### 3.2 中学网络低碳教育的实践策略初探

网络文化以其独有的方式深刻地影响着和潜移默化地改变着学生,网络世界确实精彩,但这里不是一方净土,当网络文化越来越多地介入学生的学习和生活,我们应该聚焦如何对学生进行引导和实施有效的监管,基于这个层面,我们沿着网络——兴趣——导向的思路开展网络低碳教育活动。

#### 3.2.1 直面学生兴趣,寻找学生网络低碳教育的切入点

我们要做的是面对现实,承认学生兴趣,寻找网络低碳教育切入点,然后设法将学生的兴趣引导到正轨上来。

#### 3.2.2 引导学生兴趣,优化育人环境

如何引导学生正确认识和吸收网络文化,培养学生自控力和辨别是非能力是网络低碳教育任务之一。为此,我们必须优化学校育人环境,发挥网络低碳教育作用,调动学生兴趣和积极性,开展自主教育,为学生提供展示自我的机会。学校学生会会在低碳教育网上建立文化园地,开展网上以环保为主题的辩论会、低碳知识竞赛、低碳电子刊物、环保信息发布以及社会实践报告等的评选、交流活动,吸引更多学生参与网络低碳教育。

#### 3.2.3 利用学生兴趣,调动学生主动性

首先,建立校园低碳教育网站,开辟新的低碳教育阵地,形成独特的中学网络低碳文化。学校要组织骨干教师和学生计算机网络能手,在校园网上面对全体师生共同组建低碳教育网站,通过设立不同的

特色的下述栏目,促进全校低碳教育工作以及低碳教育活动的开展。

【低碳百科】学生进入这个栏目,可以自主选择感兴趣的相关低碳知识。例如什么叫做低碳校园,什么是绿色生活等等。让学生通过自主的学习,提高自身对低碳的认识,从而自觉践行低碳行为。

【请叫我低碳精英】学生进入这个栏目,可就学校低碳校园建设的方方面面畅所欲言,一来培养他们对学校建设的参与意识,二来也可给学校管理提供一些意见和建议,促进学校低碳教育工作的及时改善以及进一步开展。

【网上低碳课堂】建立虚拟的网上低碳课堂,让学生进入其中参与各种虚拟的低碳活动,达到现行低碳教育模式中无法实现的目的。例如低碳创新技术体验等,通过仿真实验让学生身临其境地感受,将理论认识与低碳教育实践结合起来,达到知行统一的低碳教育目标。

【低碳树洞】学生不必实名进入,在这里可以更大胆、更坦诚地曝光自己在现实中看到的一些不环保的现状与问题,而辅导者也可以根据个体反映的情况及时地进行完善和教育。

【网络低碳资源】介绍各种低碳的APP,以及与低碳主题相关的电视节目或视频等网上低碳教育资源库,为全校师生了解各地各类低碳教育情况,对各种低碳教育研究提供全面而有效的网络资源。

【低碳荣誉榜】对有效实施低碳教育活动的优秀班级,以及班级评选的低碳之星给予表扬和肯定。

其次,建立年级网页(可与教学工作结合起来),开辟【年级动态】、【各班特色低碳活动介绍】、【低碳活动DIY】等栏目,由各级社干组织完成,成为学校网站的重要组成部分,为年级低碳教育活动的开展提供自由广阔的网络空间。

第三,建立班级特色网页,辅助开展班级低碳教育活动。形成班级低碳文化,是学校网络低碳文化的形成基础,也是网络低碳教育模式中不可或缺的部分。具体做法,在班级网页设计中,建立全班学生的个人低碳账户、低碳轨迹、班级荣誉榜,将每月个人低碳行为情况公布并进行评比。学生对班级在建设低碳校园中能发挥作用的诸方面各抒己见。让学生根据低碳主题,一起动手在网上搜集资料、制作主题班会网页或班会课件,可辅助甚至代替传统主题班会形式,丰富班会内容,增强班级低碳教育活动的实

践性。此外,各班级还可根据各自实际情况设立其他具有班级特色的栏目。从教育的视角看,网络确实有利于学生个性低碳行为的发展。

最后,开通【网上家庭指导】网上家庭指导的必要性在于:家庭是青少年活动时间最长、受思想影响最深、联系最紧密的地方。通过家校联动,促使中学生践行绿色生活,带动家庭关注低碳,践行低碳。

### 3.2.4 通过网页大赛,丰富学生的低碳行为

低碳教育工作者在教育内容上不断适应当代学生发展的需要,努力挖掘学生特长,鼓励学生大胆创新,使低碳教育寓于活动之中,让学生在丰富多彩、不断创新的校园网络文化中,制作创意低碳广告或其他作品,丰富学生的低碳行为,更好地传播低碳文化。

### 3.2.5 完善学校网络管理,培养网络低碳教育骨干教师

成立学校网络低碳教育管理小组,明确各自的职能和作用,制定和完善网络低碳教育管理规章制度。重点培养一批网络低碳教育骨干教师,更好地贯彻实施网络低碳教育。

### 3.2.6 组建学生网络低碳教育团体,策划网上低碳活动

组织“网虫”和部分班干部组成网络兴趣小组,逐步在发展为有组织、有制度、滚动发展的学生团体中建立班级网页,网站和网页管理的主角是学生。他们通过网络收集和发布大量的信息,建立低碳教育资料库。例如组织学生开展以“低碳”为主题的视频评选等活动。

### 3.2.7 开发多媒体低碳教育课件

利用多媒体软件制作低碳教育动画,开发多媒体低碳教育课件,其内在动因在于:观看动画是学生喜闻乐见的活动形式,只有受教育者愿意接受方式的教育,才能收到良好的教育效果。

### 3.2.8 根据模式系统的反馈进行调整与完善

网络低碳教育模式是一个理论与实践相结合的模式,根据信息式教育模式的特征,它的理论和程序的每一个部分都需要在实践中检验,从中找出存在的问题,然后进行调整与完善,以确保它能具有持续不断的旺盛生命力。

## 4 结语

网络低碳教育的实施,使得低碳教育的形态从

平面走向立体,静态走向动态、生动活泼,从现实空趋向超时空。网络低碳教育资源丰富,更具有直观性、可接受性、可选择性。网络环境的特点使网络低碳教育方法更具有启发性、灵活性和创新性,为学生提供自主参与、体验的平台,以达到低碳教育实效的目的。

## Exploration on Practice Strategy of Network Low-Carbon Education in Middle School

Lian Yan

**Abstract** By using practice experience of carrying out network low-carbon education abroad for reference, this paper explored practice strategy of network low-carbon education and introduced specific practical method systematically and briefly. It found that carrying out low-carbon education using network were more enlightening, flexible and innovative for providing independent participation and experience platform for the students and obtaining good results.

**Key words** middle school network low-carbon education

## 5 参考文献

- [1] 杨亚棠. 天津市第五十七中学网络德育的实践与思考[D]. 天津:天津师范大学,2014.
- [2] 王斌. 中学网络德育模式建构初探[D]. 湖南:湖南师范大学,2007.
- [3] 王燕. 发达国家中小学节能减排教育研究[D]. 上海:上海师范大学,2014.

## 珠三角拟打造全国首个水生态文明城市群

南方日报讯(记者/谢庆裕)21日,记者从省水利厅了解到,经省政府同意,该厅与省发展改革委本月联合印发《广东省水利发展“十三五”规划》(以下简称《规划》)。《规划》提出,到2018年,城乡水利防灾减灾、水资源保障和农村水利保障基础设施短板得到补齐,全国水生态文明建设试点省和水利信息化强省建设取得重大进展,水安全保障体系与我省率先全面建成小康社会相适应;到2020年,率先建成全国水生态文明建设示范省和水利信息化强省,水利现代化处于全国领先水平。

### 4市入国家级水生态文明城试点

《规划》明确了“十三五”广东水利改革发展重点任务包括7个方面:完善水利防灾减灾体系;优化水资源配置;夯实农村水利基础;推进水生态文明建设;提升水利信息化水平;深化水利改革;强化管理提升能力。

其中,推进水生态文明建设备受民生关注,《规划》提出,以实现“河畅、水清、堤固、岸绿、景美”为总目标,全力打造具有岭南特色的平安绿色生态水网。

其中,珠三角9市注重生态优先,结合全国水生态文明城市群试点、海绵城市试点建设,构建绿色生态水网,打造全国首个水生态文明城市群。据悉,目前广东已有广州、东莞、珠海、惠州4个国家级水生态文明城市试点,以此为契机,将全面推进珠三角9市水生态文明城市建设。

此外,粤东西北12市注重保障水安全,以中小河流系统治理、长效综合管护为依托,结合美丽城镇和新农村建设,打

造平安生态水系。大力推进粤东练江流域水环境综合整治,创建广东最“黑臭水体”治理样板;实施粤西雷州半岛水安全综合整治,创建半岛水安全保障示范区;实施粤北山区水土保持综合整治,创建水土保持综合治理的示范区。

### 珠三角水资源配置工程今年开建

在珠三角河涌整治修复方面,《规划》提出,将按照《广东省珠江三角洲河涌整治与修复规划》确定的目标和任务,开展茅洲河、石马河等169条河涌整治,以泄洪整治和水环境修复为重点,建立功能完整的河涌水系。

水利发展离不开工程建设。《规划》显示,经初步匡算,“十三五”广东水利建设项目共88项,投资规模达1803亿元。根据我省水利发展任务,遴选出珠三角水资源配置、韩江高陂水利枢纽、韩江粤东灌区改造、西江干堤达标加固、雷州半岛综合治理、练江流域综合整治、百县村村通自来水、千里海堤达标加固、万里中小河流治理、“互联网+广东水利”作为十大重点项目,优先安排投资计划。十大重点项目涉及总投资1281.1亿元,其中“十三五”投资719.6亿元,占新建、续建项目“十三五”投资的47.4%。

其中,在备受关注的珠三角水资源配置工程方面,该工程将从我省西江水系向珠三角东部地区引水,解决广州南沙区、深圳市和东莞市城市生活生产缺水问题,输水线路全长109.4公里,2017年启动该项目建设,“十三五”期间力争完成一半工程量,规划总投资348亿元,“十三五”计划投资150亿元。

摘自《南方日报》2017-02-22

## “生态广州·点滴关爱——2017年广州水环境保护创意大赛” 启动仪式在广东广雅中学隆重举行



领导和嘉宾们共同启动大赛



广东广雅中学佟泽鸿同学发出倡议书



环保专家牛红义进行科普讲座



广州市协和小学的同学踊跃体验水环境科学小实验

为响应和落实市委、市政府关于加强水环境保护的有关精神和要求,加强广州市水环境保护宣传教育工作,提升全社会对加强水环境保护的责任意识、参与意识,于“世界地球日”前夕的4月21日,广州市环保局、广州市教育局和广汽本田汽车有限公司联合主办的“生态广州·点滴关爱——2017年广州水环境保护创意大赛”在百年名校广东广雅中学举行了隆重的启动仪式。该活动由广州市环境保护宣传教育中心和广州市青少年科技教育协会承办,广州广播电视台协办。

来自广州市协和小学四年级的一百多名师生在启动仪式前踊跃体验了精彩的水环境互动小实验。启动仪式上各主办单位领导纷纷发言,阐释活动的意义和宗旨。广东广雅中学的佟泽鸿同学从自身体验的角度介绍了水环境保护的重要性,并向全市的学生发出倡议,呼吁更多的同学参与到水环境保护中来。

启动仪式后,来自全市各大中小学校的师生代表近三百人聆听了广州市环境保护科学研究院环保专家牛红义博士的专题科普讲座。

据悉,本次大赛举办时间为2017年4月至10月,分为水环境保护创意大赛和水环境保护微视频大赛两大项目,其

中创意大赛项目仅限全市大、中、小学在校学生参加。参赛者以水环境保护为主题,通过调查或研究,从保护饮用水源、控制工业或生活污染、加强社会监督、倡导公众参与等方面提出保护水环境的环保创意项目。作品类型分为创意方案类、调研报告类和实践类。

水环境保护微视频项目则对全体市民开放,以学生为主。通过采风或采访,从让人向往的河碧涌蓝、让人感动的护水故事、让人启迪的保水科技等,多角度、多维度,拍摄时长5分钟内的微视频。作品类型可包括纪实类、剧情类、动画类、公益广告类或其他类别。

大赛由广汽本田公司提供赞助,参赛者有机会赢取丰厚奖金,学生项目的获奖作品将能获得市环保局和教育局颁发的荣誉证书。参加创意大赛项目的同学还有机会获得免费参加7-8月举行的暑期实践夏令营活动,到流溪河源头从化进行水环境保护暑期实践。

组委会为本次大赛专门开通了官网,有意参加的同学和市民可以登录 [报名](#),具体流程规格等请参照官网报名的详情介绍。

(广州市青少年科技教育协会 管于琴)

## 《广州环境科学》征稿启事

《广州环境科学》创刊于 1985 年,是由广州市环境科学学会主办的环境保护综合性科技刊物,为广大从事环保工作的专家、学者、科技人员、管理干部及大专院校师生,提供发表论文进行学术交流的窗口。

### 1 本刊欢迎下列来稿

(1) 有关环境自然科学、环境社会科学、环境科学技术等方面的论文、研究报告、资料介绍等。

(2) 有关国内外环境科学的发展动态、综述、专论等。

### 2 本刊主要栏目

专论、综述、水环境及污染防治、大气环境及污染防治、噪声及污染防治、固体废物及处理、环境监测与分析、环境管理与监理、环境与可持续发展、环境经济、环境生态、环境医学、环境法规、环境教育、环境伦理学、环境评价、环保与节能、争鸣与探讨、环境信息与计算机技术、动态与信息简讯等。

### 3 稿件要求和注意事项

(1) 论点明确、数据可靠、层次清楚、文字准确简练。全文一般不超过 6 000 字(包括图、表、参考文献所占篇幅),并有中英文摘要(200 字以内)和关键词(3~8 个)。

(2) 文稿请发送电子文件(5 号字体、Word 格式)或提供 A4 纸打印件。

(3) 来稿只附最必要的图表和照片。插图务求线条光洁,照片务必清晰,表格使用三线表(栏头取消斜线,省略竖分隔线)。图、表置于文内有关段落处。

(4) 来稿条理分明,编号层次采用以下系统:1、2、3、……;1.1、1.2、1.3……;1.1.1、1.1.2、1.1.3……;(1)、(2)、(3)……。

(5) 文中计量单位一律采用中华人民共和国法定计量单位,量和单位的使用执行 GB 3100-93《国际单位制及其应用》的规定。

(6) 参考文献必须源自公开出版物。本刊文后参考文献的标注体系采用顺序编码制,即引文采用序号标注,参考文献表按引文的序号排列。根据国家标准(GB/T 7714-2005)的规定,其著录格式如下:

#### ① 专著

主要责任者.(人名 1,人名 2,人名 3,等.如果是 3 位以内作者,作者的名字全部书写,人名之间用“,”分隔,最后一位的名字后不用“,”而用圆点号;4 位及以上的只书写前 3 位的名字,人名之间用“,”分隔,最后加“等.”,以下同)题名:其他题名信息[文献类型标志].其他责任者.版本项.出版地:出版者,出版年:引文页码[引用日期].获取和访问路径。

#### ② 专著中的析出文献

析出文献主要责任者.析出文献题名[文献类型标志].析出文献其他责任者//专著主要责任者.专著题名:其他题

名信息.版本项.出版地:出版者,出版年:析出文献的页码[引用日期].获取和访问路径。

#### ③ 连续出版物

主要责任者.题名:其他题名信息[文献类型标志].年,卷(期)-年,卷(期).出版地:出版者,出版年[引用日期].获取和访问路径。

#### ④ 连续出版物中的析出文献

析出文献主要责任者.析出文献题名[文献类型标志].连续出版物题名:其他题名信息,年,卷(期):页码[引用日期].获取和访问路径。

#### ⑤ 专利文献

专利申请者或所有者.专利题名:专利国别,专利号[文献类型标志].公告日期或公开日期[引用日期].获取和访问路径。

#### ⑥ 电子文献

主要责任者.题名:其他题名信息[文献类型标志/文献载体标志].出版地:出版者,出版年(更新或修改日期)[引用日期].获取和访问路径。

(7) 文中要分清容易混淆的外文字母(如 a,  $\alpha$ ;  $\beta$ , B; C, c; K, k; S, s; P, p; O, o; V, v 等),注意标明字母符号的正斜体、大小写、上下标。量符号用斜体,其中矩阵、矢量符号用黑斜体,计量单位用正体。

### 4 稿件处理

(1) 编辑部在收到稿件 4 个月内给予答复,恕不退稿。4 个月内未收到录用通知,作者可自行处理。来稿文责自负。编辑部有权对稿件作必要的修改,必要时退请作者修改,作者若不允许本刊对文稿作文字及内容上的修改,请在来稿时声明。请勿一稿两投。

(2) 为适应我国信息化建设,扩大本刊及作者知识信息交流渠道,本刊已被有关文献检索刊物和光盘出版等网络出版机构收录,被录用文章作者赠送当期刊物(第一作者 2 本,其他作者各 1 本)。如作者不同意文章被网络机构收录,请在来稿时向本刊声明,本刊将做适当处理,否则视为同意。

### 5 稿件投寄

欢迎全国各地从事环境保护工作的专家、学者、科技人员、管理人员和大专院校师生赐稿。来稿请注明作者真实姓名、通信地址、邮编、电话、电子邮箱地址。来稿请寄:广州市吉祥路 95 号《广州环境科学》编辑部(邮编:510030),电子文件发至我编辑部电子邮箱:gz hjkx@126.com

电话:(020)83355374

传真:(020)83327515

## CONTENTS

- Engineering Example of Denitrification Catalyst Adding Layer in a Power Plant ..... *Li Minling* ( 1 )
- Case Analysis of Design Scheme of Atmospheric Early Warning System in Guangzhou Development Zone  
..... *Zhong Piaosi, Zhang Xuemei* ( 4 )
- Diurnal Variation and Correlation Analysis of Mass Concentration of PM<sub>2.5</sub> and Gaseous Pollutants in a District in Guangzhou  
..... *Zhang Xuemei* ( 8 )
- Preliminary Survey and Protection Measures Research of Water Environment Conditions of Liuxi River Valley in  
Guangzhou City ..... *Huang Xia, Zhao Lu* (12)
- Analysis of Water Pollution and Discussion on the Treatment Technology of Urban Rivers in a District in Zhongshan City  
..... *Sun Chinhong* (17)
- Analysis of Main Points of Cleaner Production Audit in Electroplating Industry ..... *Chen Minting* (22)
- Engineering Example of Medical Wastewater Treatment in a Three Grade Hospital ..... *Chen Minting* (25)
- Analysis on Final Disposal Capacity of Hazardous Waste in Guangzhou City ..... *Wu Huai, Zhou Lin* (28)
- Results and Methods of Performance Test of Automatic Water Quality Monitoring System for Haizhu Wetland Phase II  
..... *Li Songtao* (30)
- The Demand Analysis of Socialization of Environmental Monitoring at Home and Aboard and the Enlightenment to  
Guangzhou ..... *Wang Jing* (33)
- Suggestions and Countermeasures to Promote Environmental Damage Assessment of Emergent Environmental  
Accident in Guangzhou ..... *Li Mingguang, Yang Jin* (39)
- Construction and Management of the Particulate Matter Automatic Monitoring System of Tapered Element Oscillating  
Microbalance ..... *Liu Li, Huang Zhuzao, Pei Chenglei* (43)
- Exploration on Practice Strategy of Network Low-Carbon Education in Middle School ..... *Lian Yan* (47)