GUANGZHOU ENVIRONMENTAL SCIENCE

Vol.34 No.1

广州环境科学

第34卷 第1期（总第125期）

广州市环境科学学会 编印

1

2019

2019 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（半年刊）
GUANGZHOU HUANJING KEXUE
第34卷 第1期（总第125期）·2019年6月30日出版 · 1985年12月创刊

主管单位　广州市环境科学学会
编印单位　广州市环境科学学会
编辑出版　《广州环境科学》编辑部
地　　址　广州市越秀区白云路 27–1 号
　　804 室
邮政编码　510100
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）印证字 4401003987 号
厂　　址　广州市荔湾区东沙荷景路 9 号
　　4 栋 1 楼 101、2 楼 201
电　　话　（020）62779811
刊　　期　半年
发送对象　学会会员
印刷数量　700 份

准印证（粤A）L0160192
内部资料 · 免费交流

目　　次

综　述

饮用水源地水质风险管控方法研究进展综述 …… 胡浩锋，林　澍，曾凡棠，等（1）

大气环境及污染防治

柴油车自由加速法的质控方法分析 …… 李景明（5）
用环境空气质量标准评价在用车的排气影响 … 吴承闽，何明亮（11）

水环境及污染防治

竖流式沉淀池加设斜管改造应用研究 …… 闵　浩，王晓晨（15）

环境管理与监理

广州市建立与完善社区环境保护治理体系探讨 …… 李明光，邓庆桓（20）
第二次全国污染源普查入户调查阶段数据填报质量问题的思考 …… 邵李文，杜建伟（25）
广州市工业企业场地环境效果评估土壤样品编码与示例 …… 程小谷，章生卫，罗海鲲，等（30）

环境监测与评价

现代分子生物学技术在环境污染责任鉴定中的潜在应用价值 …… 曾凡银，雷　雯（35）

环境检测与分析

药品和个人护理用品类污染物（PPCPs）在北江流域的浓度分布特性初探 …… 王剑斌（39）

动态信息与简讯

绿道在身边 花城焕发新活力 ……（38）
看生活垃圾如何变成“宝” ……（44）
广州市环境科学学会与晓园中学开展环境教育科普宣教实践活动 …（45）
亲近自然，收获满满——记广州市第十七中学学生参观环境教育基地活动 ……（48）
广州市环境科学学会开展 2019 年度环境教育科普讲座活动 ……（48）

封面摄影

扬帆起航 …… 卢冠庭

饮用水源地水质风险管控方法研究进展综述

胡浩锋 林 澍 曾凡棠 曾海龙
（生态环境部华南环境科学研究所国家水环境模拟与污染控制重点实验室，
广东省水与大气污染防治重点实验室，广州 510535）

摘 要 饮用水源地水质风险是水环境管理方面关注的热点，文章就国内外水质风险管控方面的研究进行梳理，从建立应急反应机制到应急备用水源的建设，系统综述风险管控技术的发展方向，并对我国饮用水源地水质风险管控技术提出针对性建议。

关键词 饮用水源地 水质风险 风险管控

1 引言

水是城市经济社会可持续发展的战略性基础资源，也是城市自然生态系统良性循环的关键要素，朱党生等[1-2] 提出城市饮用水水源地安全评价指标和方法，对全国水源地水质、水量安全状况进行综合评价，评价结果表明：水质是影响我国城市饮用水水源地安全的首要问题。4555 个城市饮用水水源地中，有 638 个饮用水水源地水质不合格，影响人口 5695 万人；我国城市集中式饮用水水源地的保护、监测和管理状况较差，水源地存在的水质污染风险较大，城市饮用水源应急能力不能适应城市饮用水安全保障的要求。

在水污染事故频发的背景下，饮用水源地水质风险问题迫在眉睫，而本文就国内外饮用水源地水质风险管控方法进行了系统的总结和探讨。

2 水质风险概况

环境风险是指由人为活动或自然环境变化造成的，通过环境介质传播的，能对人类社会及其生存、发展的基础－环境产生破坏、损失乃至毁灭性作用等不利后果的事件的发生概率及其造成的危害[3]。

水质风险是水环境风险的其中一部分，主要指在一定时空环境条件下，由于自然环境变化或人为活动影响导致水体污染或水质恶化，从而影响水体正常使用价值，严重的甚至造成健康损害和生态环境破坏。

一般来说，水质风险可以分为两类：突发性水质风险和非突发水质风险[4]。突发性水质风险是由自然灾害、溢油事故、有毒化学品的泄露等突发性污染事故导致水环境污染和水质超标的风险。突发性污染事故在短时间内泄露出大量有毒有害物质，如果没有事先采取防范措施，往往难以在很短的时间内加以控制，因此破坏性极强，不仅会打乱一定范围内区域正常的生产、生活，还会造成人员伤亡、国家财产损失和严重的生态环境破坏。非突发性水质风险则是在排放强度并非突然显著增强的情况下，河流仍有水质超标造成污染的风险。其风险的根本原因是在非突发性排放条件下，人们作出的水质规划通常没有考虑不确定性因素的影响，只能保证在确定性环境下各水质指标达标，而水环境中不确定性因素是一直存在的，这就使得水质规划预想的各水质指标不能完全达标，从而影响相应水体的使用。这类风险多由水文条件变化、上下游水质

收稿日期：2019-03-10，修改稿收到日期：2019-06-15

波动、人为调度不力、非点源污染等引起。由于突发性水污染事故具有瞬时性、破坏性，目前，针对突发性水质风险的研究成为热点。

3 水质风险管控

全面的风险管控体系由8大要素组成[5]：内部环境、目标设定、风险辨识、风险分析、风险评估、风险应对、风险监控和预警、信息与沟通。其中，风险辨识、风险分析、风险评估组成的风险评估流是风险管控工作的基础。

风险评估中经常用风险值 R 来表征风险的大小，其函数表达式为：

$$R = f\ (\mathrm{P \cdot C}) \tag{1}$$

式中：P——事件发生的概率；C——事件发生后果的严重程度。

从式（1）中可以看出，只要有了事件发生的概率以及后果的严重程度，就可以计算风险值。而判断一种风险能否被接受，通常采用比较的方法，即将该风险与已存在的其他风险、承担风险所带来的收益、减缓风险所消耗的成本进行适当的比较。

3.1 国外水质风险管控研究进展

很长一段时期，国外对突发性水污染事件的风险评估与控制，基本集中在油轮溢油。K W Ketkar和A J G Babu[6]分析了海洋运输事故中的轮船溢油事件，对溢油量与影响溢油的因素做了回归分析，文章指出船只型号的不断增大将增加发生大规模溢油事件的风险。11个多瑙河流域国家通力合作研发的“多瑙河突发性事故应急预警系统”[7]于1997年正式开始运行，经过不断的更新和改进，该系统已经具备迅捷的信息传递能力，形成了比较完备的危险物质数据库，以及比较准确的污染物影响模拟，协助下游国家及时作出必要的预防措施，逐渐成为多瑙河突发性污染事故风险评估控制与应急响应的主要工具。

随后突发性水污染风险的研究从恐怖主义袭击、人为投毒、污染物泄露等方面又逐步转移到微生物污染、政策制订及方法研究等方面。Lennox等[8]研究了英格兰等地农业面源突发性风险，指出了该风险的变化趋势及产生的原因；Urbansky等[9]研究分析了高氯酸盐在饮用水源中的水质风险；Christopher[10]研究了影响水源水质的主要风险、管理方案及突发污染事件的应急反应机制问题；Ryan Plummer[11]针对加拿大安大略省沃克顿饮用水污染事故，研究分析了多屏障饮用水安全方法；Isabelle Jalliffier-Verne[12]研究和建立了估算区域和气候变化对饮用水源粪便污染影响的方法，提出将气候变化情景纳入水源保护规划的建议；Keith Duhaime[13]研究了牧区隐孢子虫污染饮用水的风险，提出6种最佳管理方法。

除了突发性事故应急预警系统，许多发达国家积极开展应急备用水源的建设。20世纪90年代，为了规范和指导备用水源地选址和水源处理工作，英国拉夫堡大学编制了专门备用水源地保护规范[14]。Alessandro Pagano[15]通过研究拉奎拉地震案例，提出一种饮用水供应系统的弹性评估模型，借此进行弹性管理，以确保灾害期间饮用水供应系统能正常运行。

总体来说，国外的水质风险管控研究主要集中在农业、生活方面，城市、工业影响方面的研究较少。

3.2 国内水质风险管控研究进展

在国内，水质风险评估方法一直在更新，徐征和等[16]以济南鸽山水库为例，研究探讨了地表水源水质风险模糊识别的方法；杨娟等[17]结合动态权重分析与污染指数核算改进了传统的水质模糊评价模型，并以贵港市饮用水水源地水环境进行定量化评价；蒋增辉等[18]对2007-2010年黄浦江上游水源地水质状况进行评价，指出移动源污染（船舶）为原水供应最主要的风险;并提出相应的分级标准；宋策等[19]采用数值模拟方式预测和评估水电工程对其影响区域内饮用水水源地的水质风险，其目的在于辨析工程对取水水质安全的影响；张晓玲等[20]研究了以水质目标为约束和核心的管理，揭示了水质响应与负荷削减等措施间的非线性、时滞性、指

标不协同等不对应有关框架思路的基础上，提出了流域水质目标风险管理的转变途径及其定量表征方法；王越兴等[21] 构建了以压力－状态－响应模型为框架、基于 G1S 的水源地风险评估方法。

此外，李大鹏等[22] 从水源污染与水质标准提高之间的矛盾、传统污染物与新型污染物并存的客观现实、突发性污染事件频发的状况出发，提出应急应对技术体系与管理模式，从不同角度开展系统研究与技术开发工作；庄巍等[23] 以长江江苏段为例，建立整体一维、分段二维的水量水质预测模型，构建适用于该地区的水源地风险预警模型；易雯等[24] 根据安全预警体系的一般原理，从水质安全角度出发，基于基础信息层、预警分析层和决策应用层构建饮用水源水质安全预警监控体系框架，提出建立既考虑区位条件、社会经济、污染负荷、生态破坏力等驱动力、压力影响，又考虑了生态健康、服务功能、环境监管和环境风险等状态和响应的指标体系；张楠等[25] 利用 CMS 软件模拟吉林市城区氯离子在地下水中的运移，掌握污染时污染带的行迹，加强水质监测，完善城市供水的应急预案；毛楠等[26] 结合饮用水水源地管理需求，设计开发包含在线监测、模拟分析、水质预警和风险应急等模块的饮用水水源地水质监测预警管理信息系统；谭冰等[27] 研究洋河流域重金属空间特征，明确了农业耕作控制区、河道改造控制区以及洋河水源保护缓冲区等 3 个污染风险调控功能区，并且针对 3 个功能区提出了具体的重金属风险管理对策及建议；张宪宝等[28] 以镇江市水源地水质监测预警体系改扩建情况为例，围绕监测因子的增加、监测范围的扩大、预警方式的改进等方面，分析监测预警能力的提升情况；李虹等[29] 提出水库型流域水质安全评估与预警的技术框架，阐明了主要步骤的技术要点，为大型水库水环境日常管理提供决策支持。

目前，我国学者对备用水源地的概念和选择作了大量研究。戴长雷等[30]，将城市应急水源地分为突发性应急供水水源地和后备水源地，并分析了备用水源地选择因素，包括水量、供水水源水质、水源可汲取性、保障城市应急供水的时间、地下水源地的安全性、水源地用水量需求、环境危害、应急供水经济成本、人为干预程度、利益平衡等十个方面；方星等[31]，将应急水源地按水资源类型分为地表水应急水源地和地下水应急水源地，按应急状态分为突发性应急水源地和一般应急水源地，并阐述了突发型应急供水与一般应急供水水源地的主要区别：一是开采强度不同，二是开采的周期不同，三是供水量不同，四是开采的政策不同；郄燕秋等[32] 提出了城市备用水源的定义、构建类型、主要水质风险及可采取的技术措施等，并对备用水源的设计规模和工程建设标准进行了探讨；周琴等[33] 调研长江经济带 92 个地级以上城市，分析取排水口现状及应急水源存在的问题，提出城市水资源安全储备制度、跨行政区域联合供水等建设性措施，为应急水源布局指出了规划思路。

相对来说，国内的水质风险管控研究主要集中在评估方法改进、本地化等方面，研究重点以应急处理为主。

4　总结与展望

国外由于城乡布局的原因，水质风险管控研究基本集中于农业、生活等方面；而从我国近年来主要发生的突发性水污染事件的统计来看，我国的突发性污染事件主要表现为水质的突发性污染，研究重点以应急处理为主。我国虽然在以在线监测系统为基础的水质风险预警等方面的研究取得一定成果，但市级及市级以下基层单位仪器设备和监测分析手段相对落后，建立针对周期性高负荷水质风险的预测模型对指导我国水厂运行更有实际意义；我国因各城市供水系统组成不同、水质状况不同、风险源不同，应采取的应急处理办法必然会有所不同，各城市应结合当地实际，合理调整应急处理方案。

5　参考文献

[1] 朱党生，张建永，程红光，等. 城市饮用水水源地安全

评价（Ⅰ）：评价指标和方法[J]. 水利学报，2010，41（7）：778-785.

[2] 朱党生，张建永，史晓新，刘卓颖. 城市饮用水水源地安全评价（Ⅱ）：全国评价[J]. 水利学报，2010，41（8）：914-920.

[3] 丁桑岚. 环境评价概论[M]. 北京：化学工业出版社，2001.

[4] 何理. 水环境突发性与非突发性风险分析的理论和方法初步研究[D]. 长沙：湖南大学，2002.

[5] 杨崇豪，苏喆. 远距离调水水质安全的全面风险管理体系研究[J]. 华北水利水电学院学报，2007，28（6）：75-78.

[6] K W Ketkar, A J G Babu. An analysis of oil spills from vessel traffic accidents[J]. Transportation Research Part D: Transport and Environment, 1997, 2(1): 35-41.

[7] György G Pintér, Hans J G Hartong. The Danube Accident Emergency Warning System in operation[J]. European Water Management, 2000.

[8] S D Lennox, R H Foy, R V Smith, et al. A comparison of agricultural water pollution incidents in Northern Ireland with those in England and Wales[J]. Water Research, 1998, 32 (3): 649 - 656.

[9] E T Urbansky, f1, M R Schock. Issues in managing the risks associated with perchlorate in drinking water[J]. Journal of Environmental Management, 1999, 56 (2): 79-95.

[10] Christopher Ward. First responders: problems and solutions: water supplies[J]. Technology in Society, 2003, 25 (4): 535-537.

[11] RyanPlummer, JonasVelaniškis, DanutadeGrosbois, et al. The development of new environmental policies and processes in response to a crisis: the case of the multiple barrier approach for safe drinking water[J]. Environmental Science & Policy, 2010, 13 (6): 535-548.

[12] IsabelleJalliffier-Verne, RobertLeconte, UrielHuaringa-Alvarez, et al. Impacts of global change on the concentrations and dilution of combined sewer overflows in a drinking water source[J]. Science of The Total Environment, 2015, 508: 462-476.

[13] KeithDuhaime, DeborahRoberts. Theoretical implications of best management practices for reducing the risk of drinking water contamination with Cryptosporidium from grazing cattle[J]. Agriculture, Ecosystems & Environment, 2018, 259: 184-193.

[14] Sarah House and Bob Reed. Emergency water sources: Guidelines for selection and treatment[M]. Water, Engineering and Development Centre (WEDC), Loughborough University UK, 1997.

[15] AlessandroPagano, IrenePluchinotta, RaffaeleGiordano, et al. Drinking water supply in resilient cities: Notes from L'Aquila earthquake case study[J]. Sustainable Cities and Society, 2017, 28: 435-449.

[16] 徐征和，李福杰，朱红莲，等. 济南鹊山水库水质风险模糊识别研究[J]. 中国农村水利水电，2011（4）：50-53.

[17] 杨娟，田晓刚，邵超峰，等. 基于模糊方法的饮用水水源地水环境管理体系评价[J]. 安全与环境学报，2013（5）：135-140.

[18] 蒋增辉，曾次元，韩敏奇，等. 黄浦江上游水源地水质污染分析与突发性水污染事件分级[J]. 净水技术，2013，32（4）：15-20.

[19] 宋策，谭奇林. 水电工程干扰下饮用水水源地的水质风险评估[J]. 长江流域资源与环境，2013（1）：59-65.

[20] 张晓玲，梁中耀，刘永，等. 流域水质目标管理的风险识别与对策研究[J]. 环境科学学报，2014（10）：2660-2667.

[21] 王越兴，尹魁浩，林高松，等. 城区水源地污染风险评估方法及实例研究[J]. 安全与环境学报，2014（5）：316-320.

[22] 李大鹏. 饮用水质安全保障的研究与技术发展趋势：Ⅰ. 污染风险源及控制目标[J]. 环境工程学报，2010（8）：1681-1686.

[23] 庄巍，李维新，周静，等. 长江下游水源地突发性水污染事故预警应急系统研究[J]. 生态与农村环境学报，2010，26（S1）：34-40.

[24] 易雯，吕小明，付青，等. 饮用水源水质安全预警监控体系构建框架研究[J]. 中国环境监测，2011(5)：73-76.

[25] 张楠，梁秀娟，肖长来，等. 吉林市城区地下水应急水源地水质风险预测[J]. 节水灌溉，2012(6)：41-43，48.

[26] 毛楠，刘锐，李红华，等. 饮用水水源地水质监测预警管理信息系统开发与应用[J]. 中国环境管理，2013，5（5）：30-33.

[27] 谭冰，王铁宇，朱朝云，等. 洋河流域万全段重金属污染风险及控制对策[J]. 环境科学，2014（2）：719-726.

[28] 张先宝，彭睿. 水源地水质监测预警能力的提升及案例

（下转第10页）

柴油车自由加速法的质控方法分析

李景明
（广州市环境监测中心站，广州 510006）

摘 要 本文根据柴油车的排放特点以及自由加速法的测试特点，分析了自由加速法排气检测过程存在的质控问题。结合自由加速法的测试流程，以保障检测质量为基础，分析了自由加速法的质控节点，并针对检测过程存在的质控问题提出了相应的质量控制措施与办法，以有效保障柴油车自由加速法排气检测结果的准确、可靠，以进一步确保机动车排气监管工作的公正、有效开展。

关键词 自由加速法 质量控制 积碳 吹拂

自由加速法主要用于道路抽检、车辆停放地抽检以及定期检验（俗称年检）等排气监管方面。由于不透光自由加速烟度法测量结果能有效表征柴油车整个自由加速工况的黑烟、蓝烟和白烟等之最大排放值，而滤纸式自由加速烟度测量结果主要反映油门踩到底时烟气中的较粗碳烟颗粒之排放情况[1]，因此，国标 GB 3847-2005《车用压燃式发动机和压燃式发动机汽车排气烟度排放限值及测量方法》规定滤纸烟度法主要用于国“0”柴油车的排气烟度测量[2]。

随着黄标车的淘汰，国“0”柴油车也被基本淘汰，滤纸烟度法也被自然淘汰和逐步为不透光自由加速烟度法所取代，为此，新发布的国标 GB 3847-2018《柴油车污染物排放限值及测量方法（自由加速法及加载减速法）》也仅保留了不透光烟度测试方法[3]。相对于简易工况法来说，自由加速法测试工况简单、车辆操控较容易，测试过程的质控也容易被忽视。

1 测试方法简介

1.1 柴油车的排放特点

柴油发动机以柴油为燃料。柴油黏度大、挥发性差，不能像汽油一样在低温条件下转化为气态与空气形成均匀混合的燃料混合气。为改善柴油发动机的燃烧性能，柴油发动机利用柴油自燃点低这一特点，采用高压喷射方式将柴油雾化成油滴微粒后喷入发动机燃烧室，与燃烧室内的高温高压空气混合形成燃料混合气并自燃，属于边喷边燃烧的扩散燃烧方式[4-5]。

燃烧室内的空气温度与压力均匀，每个油滴微粒自燃的机率相同。由于油滴微粒喷射时呈散射状，离喷射嘴较远地方油滴微粒周边空气较多，处于富氧状况，通常能得到较好燃烧，而靠近喷射嘴油滴微粒的周边空气偏少，会出现局部缺氧情况，导致不能完全燃烧而被高温碳化为碳粒随尾气排放，这也是柴油车会冒黑烟的原因[4-5]。

此外，由于柴油发动机采取了富氧燃烧，且发动机转速较低，使得燃烧室的燃烧维持时间长和燃烧室的温度也较高，这为 NO_x 的形成创造了有利条件，所以柴油车的 NO_x 排放也较高[6]。

1.2 自由加速法的测试特点

排气检测通常测量的是发动机尾气中污染物成分浓度或含量。由于柴油车排气中存在较粗碳烟粒子，柴油车运行使用时碳烟粗粒子会因重力沉积在排气系统内。由于自由加速工况存在一个油门快速

收稿日期：2019-04-02，修改稿收到日期：2019-06-15

踩到底过程，且油门踩到底时发动机运行转速相对较高，急剧变化的排气量和较高的排气速度，会将排气系统中沉积的碳烟粒子扬起和随同高速气流排出。如此时进行排气采样测试，扬起的积碳也被随尾气被采集，测试结果将受到严重影响，往往会大于实际排放结果。因此，GB 3847-2005 和 GB 3847-2018 均规定在排气测量前必须对柴油车的排气系统至少进行 3 次自由加速等效过程吹拂，以消除排气系统内积碳对测试结果的影响。

1.3 自由加速法测试流程

自由加速法测试过程至少包含 6 个自由加速工况，其中前 3 个自由加速工况用于清洁柴油车排气系统积碳，后 3 个自由加速工况用于排气测量，测量曲线示意图如图 1 所示，测试流程如图 2 所示[4]。

由图 1 和图 2 可知，自由加速法测试时首先应对车辆的排气系统进行至少 3 次自由加速工况吹拂，清除干净排气系统积碳后再进行 3 次自由加速工况排气测量。GB 3847-2018 规定测量结果取最后 3 次自由加速工况结果的平均值。

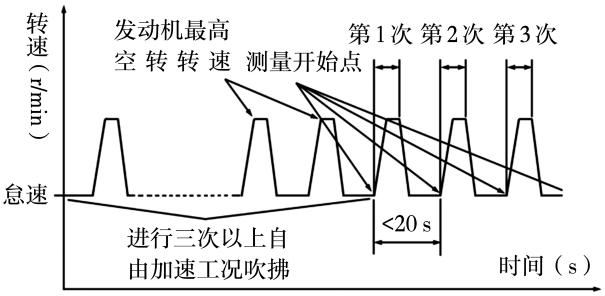


图 1 自由加速法测试曲线示意

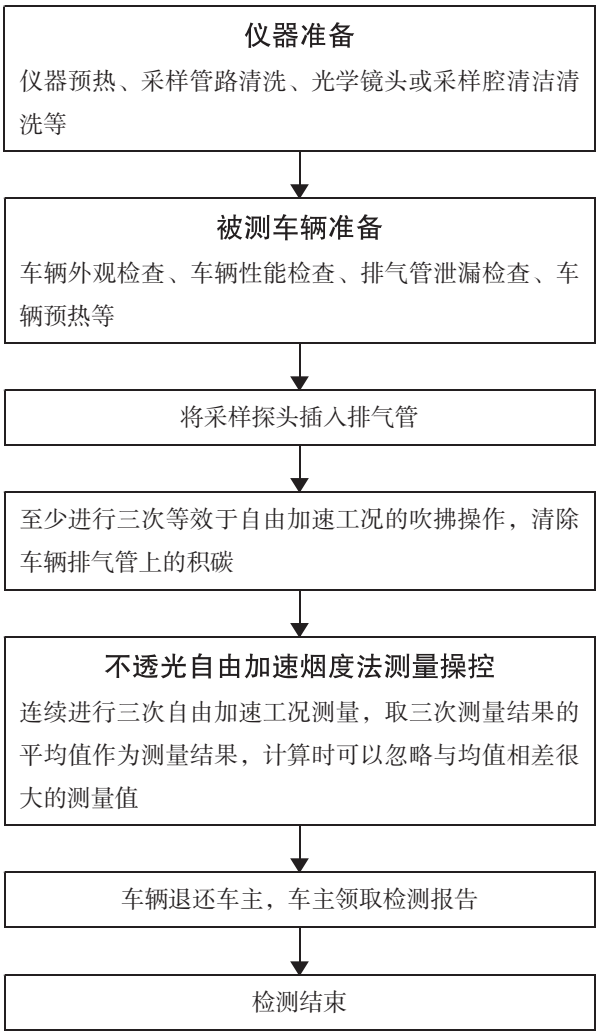


图 2 自由加速法测试流程

2 自由加速法易于忽视的质控问题

2.1 排气系统积碳清除不干净

日常工作中，一些排气检验人员由于没有理解自由加速法测试前对排气系统进行吹拂的作用，认为吹拂操控没有进行排气测量，不会影响测量结果，排气系统吹拂过程往往是随意踩几次油门，导致测试车辆的排气系统积碳吹拂不干净，进行 3 次自由加速工况测量时所采样气仍包含有被扬起的积碳颗粒，造成最终测试结果偏大。严重时会将本来达标排放的车辆误判为超标车辆，不但损害了车主的切身利益，也会造成排气监管工作的失误和影响政府行政执法形象。

2.2 忽视车辆测试性能检查

相对来说，自由加速法的测试工况简单，测试时车辆处于静止状况，且发动机为空载或无负载运行，即使车辆发动机有小故障，一般来说也不会造成车辆损坏，所以，个别检测员往往会忽视车辆与发动机运行性能和运行状况检查，致使一些带“病”

或未预热车辆也被进行排气检测，造成测试结果不能有效表征车辆正常使用时的实际排放状况。

2.3　计时控制自由加速过程难于有效保障测试工况的一致性

随着计算机网络技术的发展，网络数据传输已在机动车排气检测中得到了普遍应用。为将测试结果实时上传至环保部门的机动车排气数据管理系统，GB 3847-2005 和 GB 3847-2018 均对自由加速法的控制软件提出了基本要求。为将排气检测数据进行实时采集和上传，一般需要使用计算机建立相应的排气测试系统，系统中也常会根据标准规范要求嵌入排气测试程序引导检测员进行具体排气检测操作。

就自由加速法来说，目前大多软件采用计时方法来控制测试过程，其自由加速工况测试引导流程如图 3 所示。

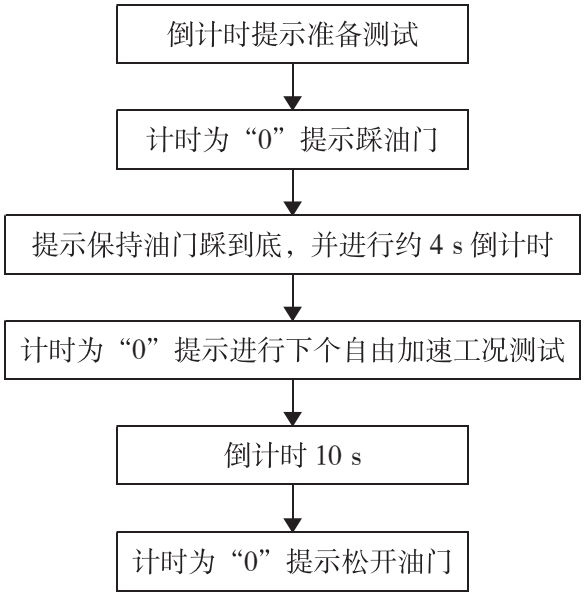


图 3　自由加速工况计时引导流程

启动测试程序后，测试程序会自动进行设备自检和提示进行车辆性能检查、车辆预热和关闭空调等由发动机驱动的车载动力装置。确认上述操作完成后，测试程序会按图 3 所示计时控制流程引导检测员重复进行 3 次排气系统吹拂，随后再提示检测员插入采样探头。在确认探头插入后，测试程序又按图 3 所示计时控制流程引导检测员重复进行 3 次自由加速工况测量，并自动取 3 次测试结果均值作为最终测试结果。

虽计时引导流程是根据标准规范设计，但由于没有对测试过程中的车辆操控进行监控，使得车辆实际操控存在操作一致性差，甚至会因检测员思想不集中或反应迟滞等出现操控不到位等情况发生，也可能造成油门踩到底保持时间或怠速稳定时间不够，造成测试结果的不准确。

2.4　忽视测试结果有效性判定

实车测试时，由于存在车辆性能不稳定、排气系统积碳吹拂不干净和车辆操控不规范等质控风险，也就有可能存在 3 次自由加速工况测量结果相差较大问题，甚至出现无法根据判定测试结果有效性问题。而设备或测试软件一般都会按标准规定要求简单地将 3 次测量结果均值作为最终测量结果，导致测试结果出现严重错误和测试结论的误判。

3　自由加速法的质控措施与方法

3.1　质控节点分析

质控要素主要包括人、机、料、法、环、测、样等各个环节。按照测试流程，自由加速法的主要质控内容包括测试设备、测试车辆、测试过程操控和测试结果有效分析等方面[7]，具体的监控节点如表 1 所示。

3.2　测试设备的质控

自由加速法主要测试设备为不透光烟度计和发动机转速计。不透光烟度计连续监控自由加速过程中的排烟，并将自由加速过程中的最大排烟值作为该测试工况的测量结果，测量单位光吸收系数（m^{-1}）；发动机转速计主要用来监控自由加速过程发动机的转速，依据转速所形成的过程曲线可以判定自由加速工况的车辆操控是否符合标准规范

表 1 自由加速法的质控节点与质控内容

	质控节点	质控内容
设备准备	不透光烟度计	预热、操控性能良好、光通道玻璃镜片清洁、采用管与采用探头良好清洁
	发动机转速计	预热、操控性能良好
车辆准备	发动机性能检查	发动机运行稳定、无运行机械故障和异响等
	排气系统检查	无排气泄漏现象
	关闭车辆附加装置	关闭车辆上已发动机为动力的所有附加装置，如空调、音响等
	车辆预热	使车辆处于正常热工作状态
测试过程	烟度计操控	测试前应调零、测量腔放在排气管侧边，并与排气管垂直
	发动机转速计安装	能有效测量发动机转速
	积碳清除	进行 3 次以上自由加速工况吹拂，使烟气排放变化不明显
	采样探头插深	保证插深 400 mm
	车辆操控	踩车过程连续、平稳、快速、油门踩到底时间应足够、松开油门干脆、怠速稳定时间足够
	测试结果有效性控制	3 次自由加速工况测量结果应接近

要求。

为保证测试结果的稳定有效，测试前应对不透光烟度计和发动机转速计进行充分预热，同时应对不透光烟度计的采样探头和采样管使用清洁空气吹拂已消除残留在探头和采样管内的烟气。由于柴油车排气中含有较多的黑烟细碳粒，当烟气流经和充满不透光烟度计的光学通道时会被光学通道两端的玻璃镜片吸附，降低玻璃镜片的透光率而影响测试结果，因此，正式测量前应使用干净的柔软布擦干净玻璃镜片上积累的灰尘。因为粗布或粗纸擦玻璃镜片时可能会刮伤玻璃镜片，造成玻璃镜片透光率的永久性降低，应尽量避免或杜绝使用。

3.3 测试车辆的质控方法

发动机运行异常、怠速转速异常、车辆的油门无法踩到底或踩到底时转速偏低、排气系统存在泄漏等，这些都会影响测试结果的有效性。如测试车辆存在影响排气测量的故障，应要求车主先进行维修，故障消除后再进行排气检测。

此外，如车辆基本性能满足排气测试要求，测试前还需关闭空调、音响等以发动机为动力的各种车载辅助设备与装置，以消除车载附加装置对测试结果的影响。为保证测试结果能有效表征车辆正常使用时的排放状况，测试前还应对测试车辆进行预热，确保发动机的油温和水温均达到正常工作温度。

3.4 测试过程的质控方法

测试过程的质量控制影响因素较多，主要应做好如下几方面的质控措施：

(1) 测试前应对烟度计进行玻璃镜片、采样探头和采样管进行必要的清洁，对烟度计进行调零修正等。

(2) 正确安装发动机转速计。应保证转速计测量的转速与车辆自带发动机转速表读数接近，并试

踩测试车辆油门，检查转速测试结果是否与车辆自带发动机转速表读数接近并作同步改变，否则应检查转速计设置参数是否正确或调整转速传感器安装位置或重新安装转速传感器或用其它转速传感器试试。一句话就是必须保证转速计测量结果与车辆自带转速表读数接近，试踩油门时它们的转速值同步改变和读数基本一致。

（3）吹拂排气系统积碳。GB 3847-2005 和 GB 3847-2018 均规定，排气测量前至少应对测试车辆的排气系统进行 3 次等效自由加速工况吹拂操作。实际工作中应根据车辆的实际情况确定吹拂次数，一般来说，吹拂时黑烟浓度较高，应适当增加吹拂次数，直至可见黑烟浓度变化不明显为止。

（4）插采样探头。吹拂结束后，马上将采样探头插入测试车辆排气管，保证插深 400 mm，以避免车辆长时间怠速运行产生新的积碳。应特别注意的是不要在排气系统吹拂未完成前将采样探头插入排气管，否则吹拂扬起的积碳会被抽入不透光烟度计污染采样探头、采样管和光学通道玻璃镜片，影响测试结果。

（5）自由加速工况的车辆操控应平稳，踩油门应连续、平稳、迅速和不猛烈，避免踩车迟缓、用力不均匀情况。如测试流程采用计时控制，若因操车控制迟滞，则油门踩到底后不要按计时提示马上松开油门，应保持维持油门踩到约 3~4 s 后再松开油门。

（6）建议测试程序使用发动机转速进行质控。测试程序提示踩油门后，依靠转速计监控发动机的转速变化，如发动机转速发生变化且接近或超过发动机额定转速的 2/3 后开始油门踩到底计时[2-3]。由于适当延长油门踩到底时间不影响测试结果，建议计时控制设为 3~4 s。油门踩到计时控制结束后测试程序提示松开油门，当发动机转速降到接近 1000 r/min 时，开始怠速稳定计时，计时控制时间建议为 10 s 左右[2-3]。

此外，无论是自由加速吹拂工况还是自由加速测量工况，油门踩到底时的发动机转速应接近，否则应提示操作不符合规范要求。采取转速进行自由加速工况的质控后，能良好保证自由加速工况操控的规范，也能良好促进每个自由加速工况操控的一致性。

3.5　测试结果有效性控制

自由加速法的最终测试结果为最后 3 次自由加速工况测试结果的平均值。如测试车辆的性能正常、测试车辆的排气系统得到了良好吹拂，每个自由加速工况的操控也有良好一致性，一般来说，最后 3 次自由加速过程的测试结果应较接近，且测试结果间的误差通常不会超过 0.5 m^{-1}（GB 3847-2005 规定：新出厂柴油车的 3 次自由加速过程测量结果间的误差应小于 0.25 m^{-1}）。

在实际测试过程中，如出现测量结果呈明显下降趋势，说明测试车辆的排气系统积碳没有清除干净，这时应增加自由加速工况测量次数，直至测试结果下降趋势不明显为止。如测试结果出现相差大，特别出现后面的测试结果明显大于前面测试结果情况，一般是因自由加速工况操控不一致引起，此时也应增加测量次数和尽量保证测试工况的一致。如仍存在测试结果相差较大情况，一般是车辆性能不稳定引起，建议先对测试车辆维修后再进行排气检测。

4　结语

机动车排气检测工作主要用于环保部门的行政执法监管工作，测试结果的准确、可靠是保证排气监管工作科学、公正、有效的基础。熟悉排气检测过程的质量控制方法与措施，并在检测过程中良好落实，是确保排气检测工作规范的关键，也是每个排气检测员所必须具备的基本技术素质。

5　参考文献

[1] 韩应键，戴映云，陈南峰. 机动车排气污染物检测培训教程[M]. 第二版. 北京：中国质检出版社，中国标准出版社，2013.

[2] 国家环境保护总局，国家质量监督检疫总局. 车用压燃式发动机和压燃式发动机汽车排气烟度排放限值及测量方法：GB 3847-2005 [S]. 北京：中国环境科学出版社，2005.
[3] 国家环境保护总局，国家质量监督检疫总局. 车用压燃式发动机和压燃式发动机汽车排气烟度排放限值及测量方法：GB 3847-2018[S]. 北京：中国环境科学出版社，2018.
[4] 双菊荣，王伯光. 机动车排气检验标准解析、设备原理、技术方法与应用[M]. 北京：科学出版社，2017.
[5] 双菊荣，刘剑筠，周咪，等. 机动车排气检验实用技术习题与解析[M]. 北京：中国环境出版社，2017.
[6] 张雪莉. 机动车排气污染物检测技术[M]. 北京：清华大学出版社，北京交通大学出版社，2010.
[7] 梁冰，黄易凡. 在用车排气检测中的质控问题研究[J]. 环境科学与管理，2014，39（1）：124-128.

Analysis of Quality Control Method of Free Acceleration Method in Exhaust Detection of Diesel Vehicles

Li Jingming

Abstract In this paper, the quality control problems were analyzed in the process of exhaust detection of diesel vehicles by free acceleration method according to the characteristics of diesel vehicle emission and the test. Combined with testing process of free acceleration method and ensured testing quality as the foundation, the quality control nodes were analyzed, and the corresponding quality control measures and methods were put forwardfor existing quality control problems of the test process. It was effective protection of diesel exhaust test results accurate and reliable by free acceleration method, to further ensure the fair and effective work of regulation of vehicle exhaust.

Key words free acceleration method quality control carbon deposition blow

（上接第4页）

分析[J]. 城市环境与城市生态，2015，28（5）：14-18.
[29] 李虹，王丽婧，刘永. 水库型流域水质安全评估与预警技术框架[J]. 水生态学杂志，2018，39（6）：1-7.
[30] 戴长雷，迟宝明，刘中培. 北方城市应急供水水源地研究[J]. 水文地质工程地质，2008（4）：42-46.
[31] 方星，毛建国. 安徽省主要城市地下水应急水源地建设初步探讨[J]. 安徽地质，2010，20（4）：279-282.
[32] 郄燕秋，王胜军，张炯，等. 城市供水备用水源工程规划设计探讨[J]. 给水排水，2012，38（12）：25-30.
[33] 周琴，肖昌虎，黄站峰，等. 长江经济带取排水口和应急水源布局规划研究[J]. 人民长江，2018，49（5）：1-5.

Advances in Research on Water Quality Risk Management and Control Methods for Drinking Water Sources

Hu Haofeng Lin Shu Zeng Fangtang Zeng Hailong

Abstract The water quality risk of drinking water sources was the hotspot of water environment management. This article sorted out the research on water quality risk management and control in China and abroad, systematically summarized the development direction of risk management technology from the establishment of emergency response mechanism to the construction of emergency water sources. It also put forward targeted suggestions on water quality risk management and control technology for drinking water sources in China.

Key words drinking water sources water quality risk risk management and control

用环境空气质量标准评价在用车的排气影响

吴承闽 何明亮
（广州市环境监测中心站，广州 510006）

摘 要 环境空气质量通常使用质量浓度表征污染物的排放情况，而机动车排气则使用体积浓度表征污染物的排放状况，采取不同的浓度表征方法，容易导致环境监测与管理方面存在对机动车排放影响程度的理解误区。本文试用质量浓度对机动车排放浓度进行评价，搭建机动车排气质量浓度评价方法，就能有效区分机动车各类污染物排放浓度与环境空气质量中的同类污染物的差异，为评价机动车排气污染对大气环境质量的影响提供一个较好的辅助方法。

关键词 机动车体积浓度 质量浓度 环境空气质量

我国目前使用的环境空气质量标准评价方法采用的是质量浓度表征法，即污染物浓度以毫克立方（mg/m^3）或微克立方（$\mu g/m^3$）作为计量单位。而机动车排气标准和排气监测则使用体积浓度表征法，如用（10^{-2}）%或 10^{-6}（ppm）作为排气污染物的计量单位，容易使部分环境监测人员和环境影响评价人员对机动车排气污染程度在理解和分析方面形成误区。

1 排气监管在环境管理工作中的地位

虽然机动车排气污染防治工作已被我国各级政府所重视，也被广大市民所关注，但相对来说，机动车排气管理工作总体上仍处于环境管理的从属地位，主要表现在如下方面：

（1）机动车排气监管工作相对于其它环境管理工作起步较晚，缺少技术沉淀。

（2）经济的快速增长，市民对环境质量的要求越来越高，使环境保护工作的压力越来越大，导致环境管理部门难于把太多的精力投入到机动车排气监管工作。

（3）最近二十多年，随着国家对环境保护工作的重视，环境保护相关专业已成为许多大专院校的热门专业，但机动车排气监管方面的专业却十分少见，机动车排气监管人才缺乏专业培训渠道[1]。

（4）机动车排气污染影响环境空气质量的改善，监管工作不容忽视，而大多数排气监管人员则主要由其它相关专业转行组成，造成专业技术人员稀缺，缺乏扎实的排气专业基础知识。

基于上述原因，近年来，部分从事机动车排气监管人员，甚至包括环境管理、环境监测和环境评价等人员对机动车排放限值与大气环境质量标准是怎样的关系问题存在模糊概念，甚至出现了个别相关监测报告、环评报告等将机动车排气测量结果与环境空气质量标准进行直接对比的错误分析。疏通机动车排放标准与环境空气质量标准间的关系，建立两类标准间的理解渠道，可良好提升环境监测技术为环境管理服务的水平与能力。

2 用体积浓度表征的排气污染物限值情况

2018 年 11 月 7 日发布的 GB 18285-2005《汽油车污染物排放限值及测量方法（双怠速法及简易工况法）》和 GB 3847-2018《柴油车污染物排放限值及测量方法（自由加速法及加载减速法）》，这两个在用车排放标准已于 2019 年 5 月 1 日开始实施，该标准的主要特点是全国实施统一限值，不同测试方法的测试结果等效互认，且增加了柴油车 NO_x 排

收稿日期：2019-04-20，修改稿收到日期：2019-06-15

放限值[2-3]。

GB 18285-2018 包含的 4 种汽油车排气检测方法中，瞬态工况法和简易瞬态工况法用 g/km 作计量单位，稳态工况法和双怠速法用体积浓度作计量单位；GB 3847-2018 包含的 2 种柴油排气检测方法中自由加速法用光吸收系数（m^{-1}）作排气烟度计量单位，而加载减速法除用光吸收系数作计量单位外，还使用体积浓度单位计量 NO_x 排放[2-3]。GB 18285-2018 和 GB 3847-2018 包含了 a 和 b 两类限值，双怠速法包含了低怠速和高怠速两个测试工况，稳态工况法包含有 ASM5025 和 ASM2540 两个测试工况，而加载减速法只有 80%VelMaxHP 工况（简称为 80%工况）进行 NO_x 测试[2-3]。为简化表格使用，后续讨论中均按测试工况进行描述，有关在用车体积浓度排放限值情况如表 1 所示。

表 1 在用车体积浓度排放限值

限值类别	测试工况	体积浓度限值		
		CO（%）	HC（10^{-6}）	NO_x（10^{-6}）
a 类限值	怠 速	0.6	80	—
	高怠速	0.3	50	—
	ASM5025	0.50	90	700*
	ASM2540	0.40	80	650*
	80%工况	—	—	1500
b 类限值	怠 速	0.4	40	—
	高怠速	0.3	30	—
	ASM5025	0.35	47	420*
	ASM2540	0.30	44	390*
	80%工况	—	--	900

注：* 表示 NO 值。

3 机动车排气污染物排放限值与大气环境质量标准限值的比例关系

3.1 大气环境质量标准主要污染物限值

我国 2012 年 2 月发布的 GB 3095-2012《环境空气质量标准》已于 2016 年 1 月 1 日在全国实施，其中与现行在用车排放标准控制指标相关的大气污染物限值主要有 CO、NO_2 和 NO_x，且这三种污染物的一级和二级浓度限值完全相同，具体限值详见表 2。

表 2 环境空气质量标准规定的主要大气污染物浓度限值[4]

污染物项目	标准限值	
CO（mg/m^3）	日均浓度值	4
	时均浓度值	10
NO_2（mg/m^3）	年均浓度值	0.040
	日均浓度值	0.080
	时均浓度值	0.200
NO_x（mg/m^3）	年均浓度值	0.050
	日均浓度值	0.100
	时均浓度值	0.250

3.2 汽油车等效 NO_x 排放限值分析

NO_x 是 NO 和 NO_2 的总和，常用 NO_2 当量表示体积浓度[5]。由于柴油车加载减速法的排放限值本身就用 NO_x 表示，因此，本节主要讨论汽油车的等效 NO_x 排放限值情况。

汽油车排放的氮氧化物以 NO 为主，占氮氧化物排放总量的 90%以上，在空气中易于被氧化生成 NO_2[6]，因此，环境空气质量标准使用 NO_2 和 NO_x 作为标准限值。

稳态工况法和双怠速法的标准限值和测量结果均为 NO，NO 氧化成 NO_2 后，因 N 原子数量未发生改变，氧化生成的 NO_2 体积浓度将等于 NO 体积浓度，且因汽油车排放的 NO_2 约占总氮氧化物排放的近 10%。综合上述原因，这里假定汽车排放 NO_x 体积浓度等于 NO 排放体积浓度的 1.1 倍，相应的稳态工况法和双怠速法的 NO_x 排放限值也按 1.1 倍 NO 排放限值估算。由此可将与环境空气质量标准

限值相关的汽车体积浓度排放限值归纳为 CO 和 NO_x 两类。

3.3　汽车质量浓度排放限值分析

气体体积浓度与质量浓度的换算关系可用公式（1）表示[7]。

$$X = \frac{(C \times M)}{22.4} \qquad (1)$$

式中：X 为污染物的质量浓度，mg/m^3；C 为污染物的体积浓度，$\times 10^{-6}$；M 为污染物的分子量。

CO 和 NO_x（NO_2 当量）的分子量分别为 28 和 46，则利用公式（1）可将表 1 的体积浓度限值换算为质量浓度限值如表 3 所示。

表 3　换算得到的在用车质量浓度排放限值

限值类别	测试工况	NO_x 估算当量值（10^{-6}）	质量浓度限值（mg/m^3）	
			CO	NO_x
a 类限值	怠　速	—	7500	—
	高怠速	—	3750	—
	ASM5025	770*	6250	1581
	ASM2540	715*	5000	1468
	80%工况	1500	—	3080
b 类限值	怠　速	—	5000	—
	高怠速	—	3750	—
	ASM5025	462*	4375	949
	ASM2540	429*	3750	881
	80%工况	900	—	1848

注：* 表示按 3.2 节估算的 NO_2 当量限值。

3.4　排气质量浓度限值与大气环境质量标准限值比较

将汽车排气的体积浓度限值换算为质量浓度限值后，便可以直接同大气环境质量标准限值进行比较，比较结果如表 4 所示。

表 4　CO 限值比较结果

污染物项　目	时段限值	比较工况	排放限值 / 环境质量限值	
			a 类限值	b 类限值
CO	日均（4 mg/m^3）	怠　速	1875	1250
		高怠速	937.5	937.5
		ASM5025	1562.5	1093.75
		ASM2540	1250	937.5
	时均（10 mg/m^3）	怠　速	750	500
		高怠速	375	375
		ASM5025	625	437.5
		ASM2540	500	375
NO_x	年均（0.050 mg/m^3）	ASM5025	31620	18980
		ASM2540	29360	17620
		80%工况	61600	36960
	日均（0.100 mg/m^3）	ASM5025	15810	9490
		ASM2540	14680	8810
		80%工况	30800	18480
	时均（0.250 mg/m^3）	ASM5025	6324	3796
		ASM2540	5872	3524
		80%工况	12320	7392

由表 4 可以看出，就 a 类限值来说，汽车的 CO 排放限值是环境空气质量标准限值的 375~1875 倍，NO_x 的排放限值则是环境空气质量标准限值的 5872~61600 倍；而 b 类限值的 CO 排放限值是环境空气质量标准限值的 375~1250 倍，NO_x 的排放限值则是环境空气质量标准限值的 3524~36960 倍。

上述分析结果表明，就浓度排放来说，汽车的污染物排放限值相对环境空气质量标准限值是非常高的，特别是 NO_x 排放限值数千至数万倍，因此，汽车的 NO_x 排放是目前我国机动车污染物排放防治的重点工作。

3.5 汽车排气限值相对环境空气质量标准限值偏高原因解析

汽油发动机的排量一般不超过4 L，柴油发动机的排量通常也不会超过12 L，单车排气量和排放量相对较小，但汽车保有量大。2018年《中国机动车环境管理年报》显示，2017年底我国的汽车保有量已接近2.2亿辆，其中近95%为轻型汽车，大排量汽车相对较少[8]。汽车单车排量小，单车污染物排放相对较小，所以汽车污染物排放浓度限值相对工业污染源的排放浓度限值大很多。汽车保有量大，总的污染物排放量又较大，汽车排气污染又成为我国大气污染防治的重点对象，所以机动车排放控制技术措施与水平也随机动车的快速增长在不断加强，排放标准也同步快速加严，GB 8285-2018和GB 3847-2018两个在用车排放标准的发布实施也充分体现了这一发展与管理趋势。

4 结语

机动车个体是一个单独的移动污染点源，其浓度排放会远大于环境空气中的污染物含量，也会大于工业污染源的排放浓度，实际工作中切莫将机动车排放标准与环境空气质量标准和固定污染源进行直接比较评价分析。机动车保有量大，总体排放量也大，特别是NO_x和PM排放对大气污染物的贡献率非常大，在大气污染防治工作必须予以高度重视。

5 参考文献

[1] 双菊荣，王伯光. 机动车排气检验标准解析、设备原理、技术方法与应用[M]. 北京：科学出版社，2017.

[2] 生态环境保护部，国家质量监督检疫总局. 汽油车污染物排放限值及测量方法（双怠速法及简易工况法）：GB 18285-2018[S]. 北京：中国环境科学出版社，2019.

[3] 生态环境保护部，国家质量监督检疫总局. 柴油车污染物排放限值及测量方法（自由加速法及加载减速法）：GB3847-2018[S]. 北京：中国环境科学出版社，2019.

[4] 国家环境保护总局，国家质量监督检疫总局. 环境空气质量标准：GB 3095-2012[S]. 北京：中国环境科学出版社，2012.

[5] 安俊琳，王跃思，李昕，等. 北京大气中NO、NO_2和O_3浓度变化的相关性分析[J]. 环境科学，2007，28（4）：706-711.

[6] 王建昕，傅立新，黎维彬. 汽车排气污染治理及催化转化器[M]. 北京：化学工业出版社，2000.

[7] 黄亚军. 简论废气氮氧化物（NO_x）浓度单位ppm与mg/m^3的换算系数关系[J]. 四川环境，2010，29（1）：24-25.

[8] 生态环境保护部. 中国机动车环境管理年报[M]. 北京：中国环境科学出版社，2018.

Evaluation of the Exhaust Effect of Vehicles in Use by the Environmental Air Quality Standard

Wu Chenmin He Mingliang

Abstract Environmental air quality usually used mass concentration to represent the emission of pollutants, while motor vehicle exhaust used volume concentration to represent the emission of pollutants. Different concentration characterization methods were easy to lead to misunderstanding of the impact degree of motor vehicle emission in environmental monitoring and management. This paper tried to use the mass concentration to evaluate the emission concentration of motor vehicles, and establishes the evaluation method of the exhaust mass concentration of motor vehicles. It can effectively distinguish the difference between the emission concentration of various pollutants of motor vehicles and the same pollutants in ambient air quality, and provide a better auxiliary method for evaluating the impact of motor vehicle exhaust pollution on atmospheric environmental quality.

Key words vehicle volume concentration mass concentration ambient air quality

竖流式沉淀池加设斜管改造应用研究

闵　浩[1]　王晓晨[2]

（[1] 上海精文绿化艺术发展股份有限公司，上海　200052；[2] 上海洁壤环保科技有限公司，上海　201615）

摘　要　针对竖流式沉淀池设计截流沉速偏大的问题，采用了加设斜管的改造试验。运行结果表明，该工艺处理效果稳定，改造后出水悬浮物浓度为 240~310 mg/L，远低于改造前出水的 950~1140 mg/L。同时悬浮物平均去除率由改造前的 28.72%提升至 81.02%，为总排口出水的稳定达标排放提供了保障。

关键词　竖流式沉淀池　斜管　悬浮物　截流沉速

常规污水处理工艺可概括为物化法和生化法。物化法中最常用的工艺包括中和、混凝、沉淀、过滤、消毒等环节，这些环节互相关联，前一环节的效果影响并制约着后续环节的处理效果。沉淀是固液分离的重要环节，其运行状况直接影响出水水质，80%~90%以上的悬浮颗粒（SS）能在沉淀单元分离[1-2]。沉淀池的液面负荷是影响沉淀效率的最重要因素之一，设计液面负荷越小，沉淀效率越高，但沉淀池的占地面积也越大。

上海某企业污水处理沉淀池由于场地有限，设计的液面负荷偏大，其沉淀效果较差。拟采用加设斜管改造的方法降低沉淀池的截流沉速，从而提高沉淀池的沉淀效果，为后续的稳定达标排放提供一定的保障。

1　改造背景

1.1　工程概况

上海某企业主要对铝制品进行除油、酸洗、磷化以及阳极氧化等加工处理，产生一定量清洗废水。酸洗及阳极氧化采用硫酸，废水呈酸性；同时铝制品表面去除的油污进入到废水中，废水中有少量石油类；磷化过程使用了磷酸盐，废水中有一定的总磷（TP）。此废水须经预处理达到《污水综合排放标准》（DB 31/199-2018）表 2 三级标准后纳管排放。

该企业为一班制生产，日生产 10 h，每日下班前将清洗废水排入调节池中，日产生清洗废水约 200 m^3。

1.2　进水水质及排放标准

根据工艺生产情况、产生废水后的实测结果及上海市污水综合排放标准中的纳管要求，其废水的进水水质及排放标准如表 1 所示。

表 1　进水水质及排放标准

指　标	pH 值	COD_{Cr}	SS	石油类	TP	备　注
进　水	1.5~2.3	450~600	200~240*	18~25	15~20	实测值
排放标准[3]	6~9	500	400	15	8	《污水综合排放标准》（DB 31/199-2018）表 2 三级标准

注：* 经中和后产生较多 $Al(OH)_3$、磷酸盐沉淀，SS 浓度约 1300~1560 mg/L；除 pH 无量纲外，其余各指标单位均为 mg/L。

收稿日期：2019-03-12，修改稿收到日期：2019-06-15

1.3 工艺流程

企业产生的清洗废水排入调节池，经耐酸碱泵（1 用 1 备）泵入酸碱中和池，同时投加片碱溶液中和至 7.0 左右进入混凝池。在混凝池内投加一定浓度的 PAC 和 PAM 的混凝剂，然后再自流进入竖流式沉淀池。沉淀后的上清液进入气浮池，在沉淀池至气浮池的管道内泵入一定浓度的 PAC、PAM。气浮采用加压溶气方式，释放出大量的微气泡在上浮过程与细小颗粒粘附在一起上浮，最终通过刮渣机实现固液分离。气浮池的出水进入排放池，监测达到纳管标准后排放。沉淀池污泥及气浮池浮渣进入污泥池，再经螺杆泵泵入压滤机，干化后的泥饼外运，同时压滤机产生的废水流入调节池。其工艺流程见图 1 所示。

1.4 工艺设备参数

本项目设计水量为 20 m^3/h，其工艺设备相关参数见表 2 所示。

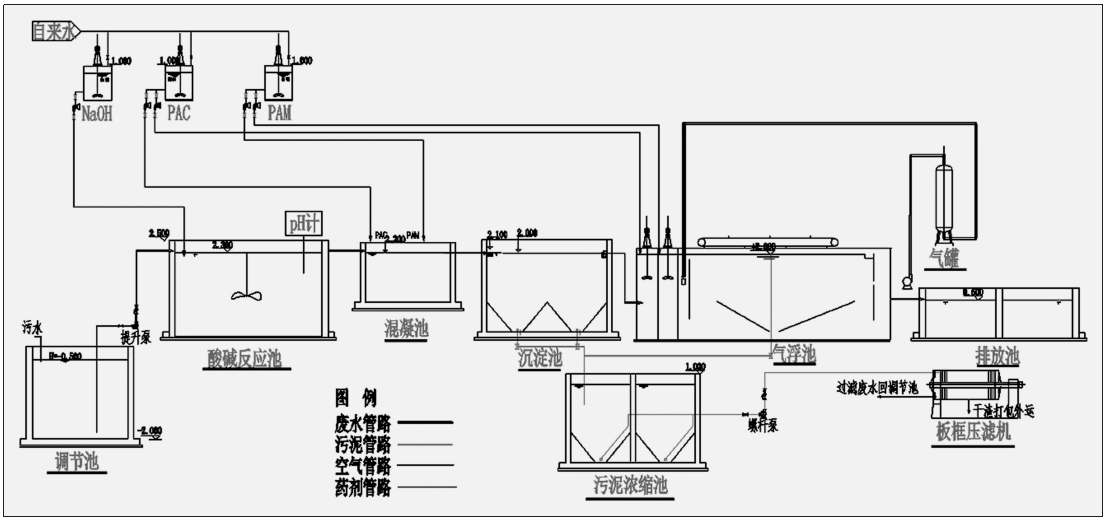


图 1 工艺流程

表 2 主要设备相关参数

序号	构筑物	材 质	参 数	数 量	备 注
1	废水调节池	钢筋砼，FRP 防腐	10.0 × 8.0 × 3.5 m，有效容积 V = 240 m^3	1 座	
2	自吸泵	聚四氟乙烯	Q = 25 m^3/h，H = 10 m，N = 4.5 kw	2 台	1 用 1 备
3	酸碱反应池	钢结构，FRP 防腐	4.0 × 2.5 × 1.5 m	1 座	含 pH 计
4	混凝池	钢结构，FRP 防腐	3.0 × 2.5 × 1.5 m	1 座	
5	竖流式沉淀池	钢结构	ϕ4.2 × 3.0 m	2 座	
6	气浮池	钢结构	4.0 × 2.5 × 2.6 m	2 座	
7	污泥池	钢筋砼	4.0 × 3.0 × 2.5 m	1 座	
8	螺杆泵	碳钢	G25-1，Q = 5 m^3/h，P = 6 bar，N = 2.5 kw	1 台	
9	板框压滤机	无纺布	S = 15 m^2，P = 0.6 MPa	1 台	
10	加药泵	碳钢	KH-220，Q = 220 L/h，P = 4 bar，N = 0.1 kw	3 台	
11	加药储罐	PE	V = 1.0 m^3，N = 0.37 kw	3 台	含溶药搅拌机

1.5　工艺缺陷

本工程设计阶段在企业实际运营生产之前，故设计时无法进行实验室小试研究。根据相关设计经验，选取 0.2 mm/s 为沉淀池的液面负荷。实际调试过程中，酸碱中和、混凝后产生了较大量的 $Al(OH)_3$ 及磷酸盐的细小颗粒沉淀，在改变 PAC 及 PAM 不同投加浓度水平的条件下，产生的污泥沉降性能较差，SV5 为 92~95%，SV30 在 78~85%。0.2 mm/s 的截流速度无法满足沉淀的相关要求，再经气浮池处理后，废水中的 SS 无法达到纳管的标准。沉淀池的液面负荷 0.2 mm/s 较高，存在一定的设计缺陷。

2　改造工艺

2.1　改造原理

针对颗粒物沉速较低，沉淀池的液面负荷 0.2 mm/s 较高，无法有效的去除沉淀颗粒的问题，拟在竖流式沉淀池中加设斜管改造试验。通过加设斜管，增大沉淀面积，从而降低沉淀池的截流速度，使得颗粒物得到有效的去除，实现固液分离。这样可以减少后续气浮池的负荷，保证总排口稳定达标排放。

2.2　改造参数

（1）斜管材质为聚丙烯，斜管断面为蜂窝六角形，直径为 50 mm；

（2）斜管长度为 1 m，安装水平倾角为 60°；

（3）竖流式沉淀池沉淀面积约 14 m^2，斜管投影面积约 75 m^2；

（4）斜管沉淀区高 0.87 m，斜管沉淀区配水高 0.73 m，集水区高 0.7 m。

2.3　试验工况

拟在两座竖流式沉淀池中选取一座进行加设斜管改造试验，同步考察未改造和改造完的两座沉淀池平行运行的出水 SS 浓度，改造前后竖流沉淀池的剖面见图 2。选择连续运行一周沉淀池进水、改造前后出水的 SS，分析其变化趋势；同时考察改造前后 SS 的去除率，并与理论计算值进行比对。调试试验期间，自建污水处理设施沉淀池每日下班前放空一次。

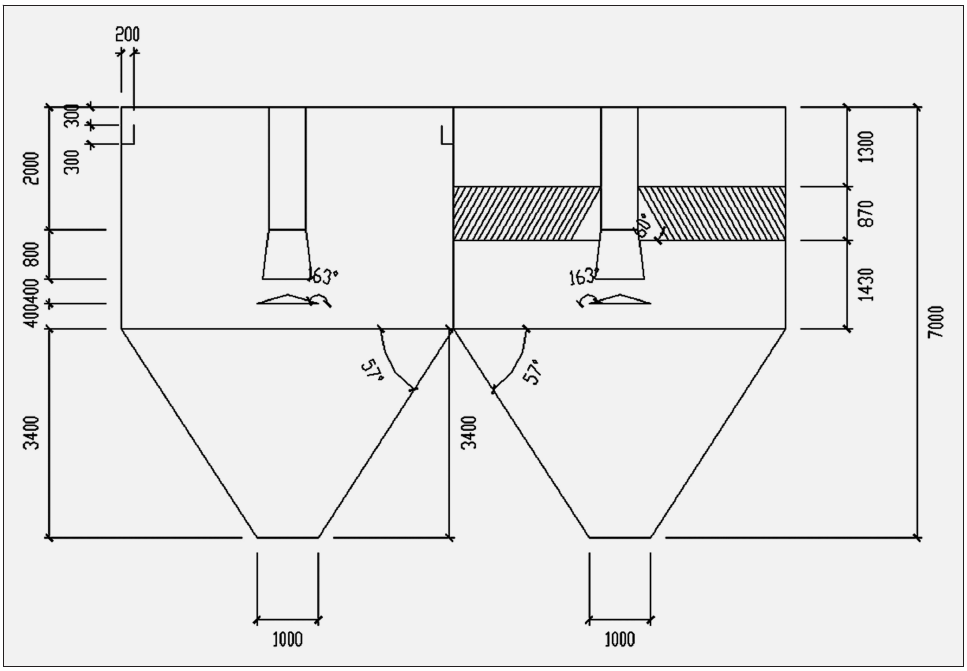


图 2　改造前后竖流沉淀池的剖面

3 工艺运行

3.1 改造前后对比分析

在试验调试期间，选择连续运行一周（2018 年 6 月 9 日－15 日）中每日 10：00、12：00、14：00、16：00，检测沉淀池的进水及改造前后出水的 SS。其进水、改造前后出水 SS 的对比图如图 3 所示。

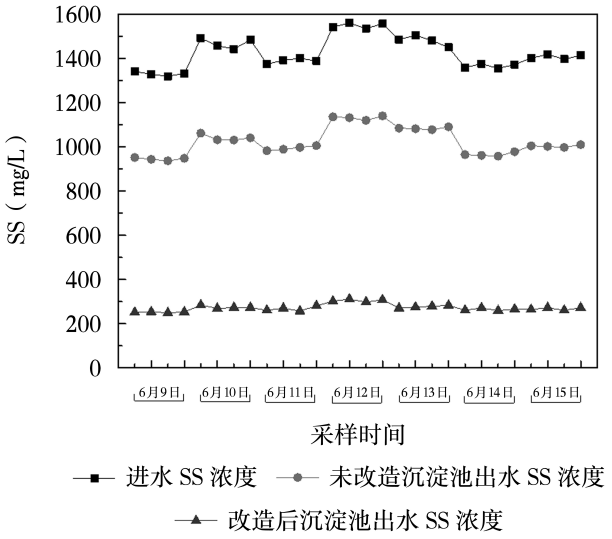


图 3 改造前后出水 SS 浓度对比

由图 3 可知，沉淀池进水、改造前出水及改造后出水 SS 浓度分别在 1300~1560 mg/L、950~1140 mg/L 及 240~310 mg/L 之间。改造后的 SS 出水浓度远低于改造前的浓度，降低了后续气浮池的负荷，同时为总排口出水的稳定达标排放提供了保障。这是因为改造前竖流式沉淀池仅能去除沉淀速度大于 0.2 mm/s 的颗粒，对其他沉速颗粒无任何去除效果；加设斜管后，增大了沉淀面积，从而降低沉淀池的截流速度，对于高于改造后的截流速度的颗粒理论上可全部去除，且对低于截流速度的颗粒能部分去除，因此大大提高了去除效率。同时通过加设斜管，水体的雷诺数 *Re* 变小，弗劳德数 *Fr* 变大，抵抗外界干扰能力增强，水流趋于稳定，更有利于颗粒的沉淀[4]。

由沉淀池进水变化曲线可知，同一日期不同时段的进水 SS 变化幅度不大，但不同日期的进水 SS 变化较大（6 月 12 日采样监测值较高）。这是由于企业每天生产下班后将废水排入调节池，每日没有新的废水进入，故每日的废水进水水质不变，则每日的时变化系数较小。改造前出水 SS 浓度与进水变化趋势基本保持一致；而改造后出水 SS 浓度较为稳定，基本不受进水浓度变化的影响。

3.2 SS 去除率与理论计算值对比分析

选择 2018 年 6 月 15 日中 10：00、12：00、14：00、16：00，检测沉淀池的进水及改造前后出水的 SS，分别计算改造前后 SS 去除率。同时测定试验当天沉淀池进水中不同沉速颗粒占总颗粒的重量比例，经理论计算改造前后 SS 的去除率与实际运行检测去除率进行比对。

不同沉速颗粒占总颗粒的重量百分比如表 3 所示。其改造前后 SS 去除率与理论计算值的对比图如图 4 所示。

表 3 不同沉速颗粒占总颗粒的百分比

颗粒沉速 u_i（mm/s）	0.4	0.3	0.2	0.15	0.1	0.06	0.03	0.02
颗粒占所有颗粒的重量比例 p_i（%）	8	10	11	16	15	14	15	11

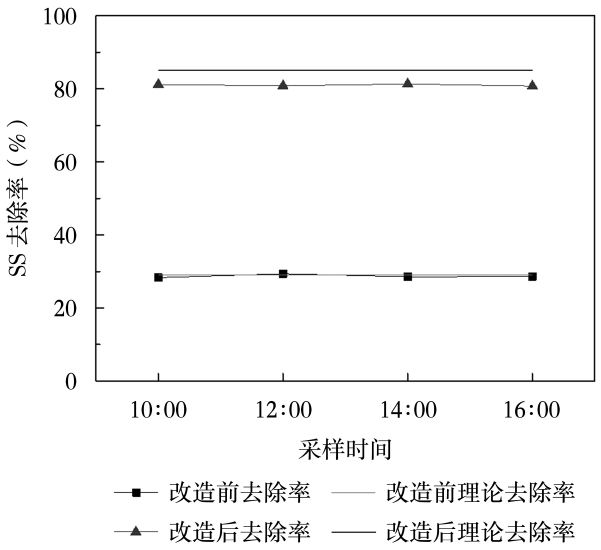


图 4 改造前后去除率与理论计算值对比

沉淀池设计截流沉速 u_0 为 0.2 mm/s，改造前竖流式沉淀池仅对大于 0.2 mm/s 沉速的颗粒有去除效果。根据表 3 所示，理论上改造前 SS 去除率为 8% + 10% + 11% = 29%。由图 4 可知，改造前 SS 去除率基本与理论值保持一致，其平均去除率为 28.72%，略低于理论值 29%。改造后 SS 去除率则维持在 80%左右，其平均去除率为 81.02%。加设斜板后截流沉速 $u_0' = \frac{A_{原}}{A_{原}+A_{斜}} u_0 = \frac{14}{14+75} \times 0.2 = 0.06$ mm/s，理论去除率 $P = (1 - p_0) + \sum \frac{u_i}{u_0} p_i = (1 - 15\% - 11\%) + \frac{0.03}{0.06} \times 15\% + \frac{0.02}{0.06} \times 11\% = 85.17\%$[5]。改造后 SS 实际去除率要低于理论去除率。其原因可能为：① 未考虑斜管厚度及沉淀池周边的无效面积，理论计算的截流速度偏小而导致 SS 去除率的计算结果偏大；② 根据测定不同沉速颗粒占总颗粒的重量百分比计算去除率的公式与原始去除率公式 $P = (1 - p_0) + \frac{1}{u_0} \int_0^{p_0} u_i \mathrm{d}p_i$[5] 存在一定的误差；③ 沉淀池内存在一定的短流、现场的风速等因素可能会使得沉至泥斗的颗粒会泛起上浮而降低去除效率。

3.3　改造完成后废水达标性分析

改造完成后，稳定运行 10 天，监测其总排口出水中各项指标。同时采用单因子指数法分析其超标的风险，其监测值及指数如表 4 所示。

表 4　改造后出水水质及达标性分析

项　目	pH 值	COD_{Cr}	SS	石油类	TP
出水监测值	7.2~7.8	265~322	182~217	8.5~11.8	2.2~3.5
标准限值	6~9	500	400	15	8
标准指数	0.1~0.4	0.53~0.64	0.46~0.54	0.57~0.79	0.28~0.44
达标性	达标	达标	达标	达标	达标

注：指数 > 1 表示超标，≤1 表示达标，指数越低，超标的可能性越小；除 pH 无量纲外，其余各指标单位均为 mg/L。

由表 4 可知，改造后总排口出水各水质指标均达到上海市《污水综合排放标准》(DB 31/199-2018) 表 2 三级标准的要求，SS 标准指数为 0.46~0.54，其超标风险较小。

4　结论

针对竖流式沉淀池设计截流沉速偏大的问题，采用了加设斜管的改造试验。得出以下结论：

(1) 改造后的 SS 出水浓度远低于改造前的浓度，这是因为改造前竖流式沉淀池仅能去除沉淀速度大于 0.2 mm/s 的颗粒，对其他沉速颗粒无任何去除效果；加设斜管后，增大了沉淀面积，从而降低沉淀池的截流速度，对于高于改造后的截流速度的颗粒理论上可全部去除，且对低于截流速度的颗粒能部分去除，因此大大提高了去除效率。同时通过加设斜管，水体的雷诺数 *Re* 变小，弗劳德数 *Fr* 变大，抵抗外界干扰能力增强，水流趋于稳定，更有利于颗粒的沉淀。

(2) 改造前出水 SS 浓度与进水变化趋势基本保持一致；而改造后出水 SS 浓度较为稳定，基本不受进水浓度变化的影响。

(3) 改造前 SS 去除率基本与理论值保持一致，其平均去除率为 28.72%，略低于理论值 29%；改造后 SS 平均去除率为 81.02%，低于理论去除率 85.17%。

(4) 改造完成后稳定运行一周，其总排口出水各水质指标均达到上海市《污水综合排放标准》

（下转第 29 页）

广州市建立与完善社区环境保护治理体系探讨

李明光[1]　邓庆桓[2]

([1]广州市环境保护科学研究院，广州　510620；[2]广州市环境保护产业协会，广州　510110)

摘　要　以“一核一主多元共治”社区治理模式为指导，提出新时代建立与完善社区环境保护治理体系的指导思想，指出广州市社区环境保护治理体系存在主要问题，研究提出建立与完善社区环境保护治理体系的主要内容，包括加强社区党组织领导，加强社区自治体系建设及加强政府对社区环保的指导服务与监管等。

关键词　社区　环境治理体系　广州

1　社区环境问题及其治理途径

近年来，随着城市环境保护的整体加强，广州市社区环境质量总体得到改善，但是由于社区人口迅速增加、经济持续发展，但清洁能源、供排水及生活垃圾环境基础设施老化或者建设滞后等原因，仍然存在大量问题，如社区生活垃圾得不到及时清运产生恶臭污染，生活污水直接排入水体造成水体黑臭，餐饮场所大量排放油烟，交通噪声、装修施工、餐饮娱乐及其它社会生活噪声终日不绝等，引发大量投诉，造成矛盾纠纷。特别是有些城郊结合部，包括“城中村”社区，社区集体或个人为经济利益引入“散乱污”企业，这些企业生产空间与社区生活空间混杂，不治理废气、废水或治理不达标直接排放，随意倾倒、焚烧各类固体废物，在社区内或周边造成严重的空气、水、噪声或土壤等污染。尽管政府不断加大打击力度，仅 2018 年就初步排查“散乱污”场所 26.9 万个，白云区一个区就清理整顿 1.7 万家，但由于“散乱污”场所的隐蔽性，生产经常转移，整治之后不断反复，难以根治。

我市社区这些环境问题凸显了社区环境治理的困境。政府及社区的环境管理力量薄弱，政府对社区的指导与服务十分有限，社区也没有形成自治机制，缺少对话协商平台，造成社区环境治理失衡，部分人的发展利益压倒了社区环境利益和整体利益，损害了部分人的环境利益和生存利益。因此为改善社区环境质量，根治“散乱污”问题，迫切需要充分发挥政府、市场和社区各自在环保治理中的积极作用，建立与完善社区环保治理体系。

2　社区治理理论发展及新时代社区环保治理体系建设指导思想

2.1　社区治理理论发展

治理（Governance）是自 20 世纪 90 年代发展起来的一种公共管理理论。联合国全球治理委员会（1995）认为“治理是各种公共的或私人的机构管理其共同事务的诸多方式的总和,是相互冲突的或不同的利益得以调和并且采取联合行动的持续过程。它既包括有权迫使人们服从的正式制度和规则,也包括各种人们同意或以为符合其利益的非正式的制度安排。”[1] 与传统管理的权威主要来自于政府，权力运行主要是自上而下的单一向度不同，治理的特征是多个主体是平等关系，权威不为政府垄断，权力运行是多向度的，治理成为多个主体互

收稿日期：2019-03-10，修改稿收到日期：2019-06-15

动、协商、合作的过程。西方治理理论主要有多中心治理、元治理、参与式治理等[2]。

社区（Community）是指聚居在一定地域范围内的人们所组成的社会生活共同体。我国自 2000 年开始的社区建设是朝着党和政府领导下的社区自治方向进行，民政部对城市社区建设的认定为“是指在党和政府领导下，依靠社区力量，利用社区资源，强化社区功能，解决社区问题，促进社区政治、经济、文化、环境协调和健康发展，不断提高社区成员和生活质量的过程”[3]。我国学者较早是在西方治理理论基础上研究提出我国社区治理模式，如社区复合治理[4]，多元合作治理等[5]，强调多元平等合作及公众参与社区治理，也出现了社区环境圆桌对话实践等模式[6]，对政府在我国社区治理中的主导作用有充分认识并给予肯定，但尚未充分认识到党在社区治理中的核心作用。近年来有所转变，更加充分地认识到政党在社区治理的重要性及我国国情的特殊性，理论上逐渐朝“一核一主多元共治”的社区治理模式发展[7-8]，即由党组织在社区治理中发挥政治、思想、决策、组织、监督的核心作用，政府发挥指导、协调、支持、服务及监督的主导作用，居民自治组织、驻社区单位、社区组织、社区居民等多元主体平等参与，共同决策、共同实施、共同监督的自治模式。

2.2　新时代社区环保治理体系建设指导思想

以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，深入贯彻国家构建生态环境保护社会行动体系实现生态环境治理现代化的精神，在国家和省市加强和完善城乡社区治理的要求下，将环境治理重心向基层下移，加强社区党组织对环保的领导，强化社区环保自治能力，加强政府指导服务及监管，以加强社区环境管理能力建设、强化城乡社区环境保护治理制度、建设城乡社区环境保护共治平台、完善社区环保服务共建共享体系为主要内容，建立党领导、社区自治、政府指导服务与监管并重的“一核一主多元共治”型的社区环境保护治理体系，推动环境保护在社区的共商共建共治共享。

3　广州市社区环保治理体系存在主要问题

目前广州市社区环保治理是以区政府部门（以环保部门为主，建设部门、城管部门、工商部门等为辅）执法监管为主，街镇环保队伍检查为辅，社区村（居）委会协助的政府弱主导、重监管轻治理型体系。

存在的主要问题有：

(1) 社区党组织建设薄弱，难以重视并领导社区环保工作。社区党组织未建立严格的环保工作责任制，不重视加强社区环保管理机构及人员队伍，没有充分发挥领导村（居）委会、业委会、驻社区单位、社会组织及协调政府部门的作用，没有重视培育环保社会组织并发挥其作用，没有充分推动社区居民参与环保事务。

(2) 村（居）委会未能充分发挥社区自治主导作用。社区居委会承担街道、上级政府部门委托或要求协助的大量工作（广州在社区居委会内设工作站，专门办理政府工作事务），行政化比较严重，没有精力组织社区群众自治。多数村（居）委会对环保问题不够重视，有些社区只重视经济发展，不重视社区整体、长远利益，未建立或落实环保工作责任制，不重视与政府部门、业委会、驻社区单位、社会组织等主体的协调，不重视培育环保社会组织，没有充分推动社区居民参与环保事务。

(3) 社区环境管理能力薄弱，工作效率较低。目前广州市多数村（居）委会尚未设立专门的环保委员会，通常仅为 1 名专职或兼职的固定工作人员，遇有紧急、临时工作时再临时调配。由于村（居）委会本身没有查处权限，遇到问题需要向街镇或区环保等主管部门报告，街镇环保队伍也没有执法权限，而区环保部门执法资源十分有限，也不是一次执法能解决问题，社区环保问题经常旷日持久，居民容易产生不满情绪。

(4) 政府部门对社区环保监管、指导服务与支持不足。区环保部门监管力量十分有限，对量大面广的社区企业难以主动监管。多数街镇未设立专门

的环保机构，街镇环保队伍也很薄弱，长期以来只有 2-3 名兼职环保工作人员，难以真正推行网格化监管等措施。大量散乱污企业隐蔽性和流动性强，难以监管。尚未将环保服务纳入到社区基本公共服务中。环保部门内部没有对社区指导与服务的统筹机构，对社区引进项目、环境规划、环境污染防治及工程治理、社区企业守法等都缺少指导，社区环保宣传教育多数缺少实效。

(5) 业主委员会成立困难，居委会、业主委员会以及物业服务企业之间协调不畅。多数社区业主对成立业主委员会积极性不高，仍然没有成立业主委员会，当需要维护环境等权益需要成立业主委员会时，则面临业主分散、程序繁杂、难以成立业主委员会的困难。业主委员会聘请物业服务企业，实行有偿服务，但业主委员会与物业服务企业因物业管理质量、费用等问题经常产生矛盾，有时会更换物业服务企业。居委会缺少权限，对业主委员会、物业服务企业之间的矛盾难以协调。

(6) 能够参与治理的社区环保组织发育滞后。广州市 2015 年底在本地社会组织管理机构注册的生态文明相关的民办非企业单位数量仅为 4 家，社区内生的环保组织更少，且多数为松散的兴趣性组织或志愿性组织，而非权益性组织（议事协调类）、社会服务类组织及社会事务类组织，多数没有能力参与社区环保治理。

(7) 缺少社区环保共治平台，居民尚未积极参与环保治理。广州市一些社区已经建立了“社区议事厅”，但大多数社区还没有建立一个多元共治平台，使得社区各类主体在一起平等协商，解决重大问题。多数社区居民过于依赖政府，不积极参与社区环保组织，往往只监督与自身利益相关的环保事项，而不主动关心本社区整体环境利益，由于政府对社区环保监管力量及服务力量不足，使得社区居民又经常埋怨政府或村（居）委会。

4 主要建设内容

4.1 加强社区党组织环保领导

街镇党委要加强对社区党组织的领导，制定社区党组织环境保护工作责任清单及管理制度，将环保工作纳入对社区党组织的考核要求，考核结果作为领导班子和领导干部综合考核评价、奖惩任免的重要依据，并纳入绩效考核范畴。

社区环保工作实行“党政同责、一岗双责”。社区党支部书记是本社区生态环境保护第一责任人，必须设有一名分管环保工作的领导班子成员。街镇党委要建立社区党组织责任追究机制，对环保工作不力的党员干部严肃问责。

社区党组织应至少每季度组织研究、讨论一次环保工作，决定重大事项，加大环保投入，加强环保管理机构、队伍及其能力建设，积极办理环保公益事业。

社区党组织要组织建设社区环保共治平台，组织领导村（居）委、企事业单位、社会环保组织、社会组织、居民等开展环保工作的议事协商监督，把生态环境保护作为学习和教育培训的重要内容，加强环保宣传教育，引导公众积极参与环境保护，推进社区环保共治。

4.2 建设社区环保自治体系

4.2.1 加强社区环保管理机构和队伍建设

每个村（居）委会都应设立环保管理机构，有分管领导（委员）负责环保工作，有条件或环保工作需要的村（居）委会应成立独立的环保委员会。

加强环保工作人员配备。社区要按照人口、面积、经济发展、污染源数量及分布等情况配备环保工作人员。每个社区在村（居）委会内应配备 2 名以上专职或兼职环保工作人员，其中 1 名以上为专职人员。环保工作需要的社区应成立环保工作队，不断壮大环保队伍力量。

社区环保工作人员在街镇环保机构指导下，开展社区环保网格化巡查、宣传教育、应急应对、信访调处等工作，协助上级开展其它环保工作。广泛发动社区居民及外来群众，利用移动互联网等先进技术，建立组织相对严密的志愿者队伍，协助专业

环保工作人员开展工作。

4.2.2　建立社区环境管理制度

建立社区环境规划制度。社区应组织编制本社区环境规划。在社区空间规划和上级相关环境规划指导下，划分大气、水、噪声、土壤等环境功能区单元，实施环境空间管制，提出社区生态环境质量和治理目标，制定大气、水、噪声、土壤、固体废物等污染防治计划和社区环境管理能力建设计划，安排经费和时间，逐步实施。

实行社区环保准入咨询制度。社区在做出产业发展、重大项目建设或引进决策前，应向街镇环保机构或区环保部门、环境技术服务机构进行咨询，获得专业意见，未进行咨询且获得可行意见的不得实施决策。社区居民在建设经营项目、出租出售物业引进生产经营者前应查阅社区项目环保准入指引或向本社区环境技术服务机构咨询。

实施社区网格化管理。对于较大或环保工作需要的社区，社区内部可以再划分网格化的区域，按照“一格一员”或“一格多员”的要求，由社区环保工作人员负责网格区域的环保巡查、信访调处、宣传教育、突发应急等工作，每日进行巡查登记，发现问题及时报告街镇环保工作人员及社区负责领导，并在职责范围内进行处理。

实行社区环境信用管理制度。社区应与引进的项目、社区居民应与引进的生产经营者在签订合同时签订环保承诺书，承诺不得违反国家环保法律法规和村规民约。社区对社区内的企业、居民、社会组织等实行环保信用评价，对遵守环保法规、村规民约要求和环保承诺的，列入红名单、给予激励，对违反的列入黑名单，给予惩戒，在本社区或适当范围内公开。

4.2.3　建设社区环保共治平台

在城乡社区议事平台基础上建设社区党组织领导、村（居）委会主导、区环保部门或街镇环保机构等指导服务、利益相关者（业主委员会、物业服务企业、驻社区企事业单位、集体经济组织、社区社会组织以及社区居民等）共同参与社区环保决策、协商、实施及监督的社区环保共治平台，如环保议事厅等。

完善社区环保共治平台参与、议事、执行及监督机制，确保各类主体充分发表意见，议事会议有序进行。明确议事会议形成决议事项的实施主体及监督机制，负责推进或监督决策并及时通报进展。会议决议形成后在规定期限内通过村（居）务公开栏、社区刊物、社区网络论坛等渠道公开，接受公众监督。

4.2.4　完善社区环保工作机制

社区应建立向专业环保组织或环保技术服务单位购买环保服务机制。环保服务范围包括面向社区的环境规划、监测、质量评价、项目准入、污染治理、突发应急、绿色社区创建等咨询服务及辅助性的社区环保检查、监测、污染源监督、信访调处、应急救援以及宣传教育等活动，还可以包括面向企业、组织和居民的法规政策、科技信息、污染防治等咨询服务。社区应采用公开透明方式选择服务提供者，实行相关信息公开，加强监督。

建立社区环境矛盾纠纷分类处理流程和工作责任机制。社区环保工作人员及早排查环境矛盾纠纷，分类处理上报街镇环保机构、区环保部门或其他主管部门、机构处理，或通知物业服务企业、业主委员会等处理，或通知社区人民调解委员会或社区环保委员会、村（居）委会等机构介入调处，引导当事人合理信访行为。积极收集并及时向上级反映本社区、企业及公众等提出的相关意见。

积极培育社区环保兴趣组织，在此基础上扶持和发展社区环保事务类、议事协调类及社会服务类社会组织。构建社区社会组织、专业社会工作机构及环保技术服务类机构发现居民需求、设计服务项目、开展服务承接工作机制。

4.3　加强政府对社区环保管理和指导服务

4.3.1　加强街镇对社区的环保管理

加强全市各区街镇环保机构及队伍建设。街道环保机构应实施社区为单位的网格化管理机制，指派工作人员负责某一社区的环保指导服务与监管工作。

4.3.2 加强各区环保部门对社区的指导服务

各区环保部门应设立社区环保管理与服务机构，加强对社区环保的管理与指导服务，包括宣传法规政策、提供守法支持、提供技术指引、培育社区环保组织、创建示范社区等。

有条件或环保工作需要的社区可以成立环保社区工作站（服务站），由区环保部门或委托街镇环保机构指派工作人员进驻，积极主动地融入社区，开展社区环保服务。

加强对社区环保指导和服务。区环保部门应牵头制定本区社区发展产业、引进项目的环保指引，制定社区环境规划工作指引以及社区环境管理工作指引，为社区实施环境管理提供指导。应社区邀请，区环保部门还应派出人员参与到社区环保共治平台，充分发挥主管部门作用，指导监督社区环保共治的协商议事。

加大社区环保普法及宣传教育力度。组织举办社区干部环保法治专题讲座或培训班，提高其环保法治水平。加强对社区企业、居民的守法宣传，开发环保法规手册、社区共治参与指南等工具。加强对街镇、社区环保机构与队伍的培训，经常性组织环保普法和宣教队伍到社区开展普法及宣教活动，组织创建本区环境普法和宣传教育基地、工作示范单位等。

加大对社区环保服务的支持力度。制定社区购买环保服务清单目录、社区环保服务标准和服务监督评估指引以及区补助社区环保服务指引等配套管理制度，为社区统一购买或补助购买基础类环保服务，鼓励社区购买特色环保服务。大力培育和发展社区环保组织，搭建与社区、公众、企业及社区环保组织等定期沟通、平等对话的交流平台。

开展社区绿色创建活动，评选绿色社区、绿色企业、绿色家庭及优秀环保组织、优秀环保服务（活动）等，树立社区环境管理标杆，鼓励企业和公众参与环保工作。

4.3.3 建立政府、社区环保责任清单及双向考核评估机制

制定区环保部门及其他主管部门、街镇政府、街镇环保机构以及其他环保相关机构在社区环保治理方面的权责清单，建立村（居）委会协助政府环保工作事项清单和村（居）委会社区环保事务工作清单，推动治理资源下沉到城乡社区，使城乡社区环保治理工作实现人财物和责权利相对称。

建立区环保部门、街镇环保机构及其它街镇派驻机构与村（社区）双向考核机制，引导环保部门、街镇环保机构等以城乡居民需求为导向，加强城乡社区的环保治理指导与服务。

5 参考文献

[1] The UN Commission on Global Governance. Our Global Neighborhood[M]. London: Oxford University Press, 1995.

[2] 王海荣. 党建引领城市社区治理创新：问题与发展[J]. 中共福建省委党校学报，2018（2）.

[3] 中共中央办公厅，国务院办公厅. 民政部关于在全国推进城市社区建设的意见（中办发〔2000〕23号）[EB/OL]. [2012-10-16].

[4] 孙肖远. 社区复合治理与社区党建领导体制创新——以南京市鼓楼区社区治理实践为例[J]. 理论导刊，2012（6）：51-53.

[5] 徐培根. 城市社区公共环境治理困境与多元治理模式探索[D]. 上海：华东政法大学，2014.

[6] 贺振燕，李宗霖. 社会环境治理下的社区参与——山西省祁县C社区环境圆桌对话实践[J]. 山西高等学校社会科学学报，2017（9）：42-46.

[7] 张平，隋永强. 一核多元：元治理视域下的中国城市社区治理主体结构[J]. 江苏行政学院学报，2015（5）：49-55.

[8] 吴熳思. 深圳社区“一核多元”治理模式的实践功能研究[D]. 深圳：深圳大学，2017.

（下转第34页）

第二次全国污染源普查入户调查阶段数据填报质量问题的思考

邵李文 杜建伟

（[1]广州市环境监测中心站，广州 510006；[2]生态环境部华南环境科学研究所，广州 510655）

摘 要 本文对第二次全国污染源普查入户调查阶段数据填报方面出现的多类问题进行了归纳，结合笔者亲身参与普查工作的经历，对上述问题产生的原因进行了分析，并就如何提升普查数据质量进行了探讨。

关键词 污染源普查 入户调查 质量

污染源普查是全国统一部署开展的一项重大国情调查，是全面建成小康社会进入决胜阶段、加快补齐生态文明建设短板实施的一项系统工程，是全面摸清建设“美丽中国”生态环境家底、打好污染防治攻坚战的一项重要基础工作，也是各地落实加快推进生态环境治理体系、治理能力现代化的一项非常重要基础工作。普查数据的完整性、规范性、准确性和一致性是整个普查工作的生命。国家普查办于 2018 年 5 月出台《关于第二次全国污染源普查质量管理工作的指导意见》，提出了健全普查责任体系、建立普查质量管理岗位责任制、建立普查数据质量溯源制度、依法开展质量核查评估、严厉惩处普查违法违规行为五点要求，为污染源普查质量保障工作的开展进行了指导。

1 数据的形成

1.1 污染源普查数据的分类

根据数据产生方式，污染源普查数据可大致分为五类：① 由具体的企业类普查对象提供,通过普查员入户调查发放表格收集到普查数据（以下简称入户数据）；② 由地方各级政府部门填报或提供的部门统计数据或行政记录；③ 通过现场取样和监测获取的数据；④ 为满足污染物排放核算、数据审核和普查成果汇总需要，通过软件系统形成的各类汇总数据；⑤ 普查过程中产生的照片、地图、监测报告等电子或纸质文件（以下简称佐证材料）。其中，入户数据因其数量庞大、来源分散、填报主体职业素养参差不齐，且数据采集、报送流程长，是普查数据填报问题出现最集中的地方，也是污染源普查质量控制的重点关注对象。

1.2 入户数据的形成

入户数据按对象分类可分为工业源、农业源、生活源、集中式、移动源五类。在 60 张普查表格 1795 项填报指标中，属于工业类企业填报的普查表有 25 种，属于规模化畜禽养殖场填报的农业类普查表 2 种，属于社区、村及非工业企业等填报的生活源类普查表 6 种，属于集中式污染治理设施单位填报的集中式普查表 10 种，属于储油库、加油站、油品运输企业填报的移动源普查表 3 种。基层普查机构按照核定后的普查基本企业名录逐家上门开展入户调查，被普查企业按要求填报相关信息，并经由普查员确认后上报给普查指导员审核，经普查指导员审核汇总后上报给区县级普查机构，之后按照区、市、省级普查机构的顺序层层审核，最终汇总成为全国污染源普查数据。

2 数据填报质量问题总结

各级普查机构在对入户数据的审核过程中发

收稿日期：2019-05-10，修改稿收到日期：2019-06-15

现，普查数据质量问题主要以多、漏、错、不规范、不对应、不符合逻辑六种形式出现。

2.1 多填

指标多填问题，例如 G101-2 表中的生产工艺项，部分工业企业将焊接、抛光等工艺一并填入，这些生产工艺并不产生污染物，不应填入普查表；类似的问题也存在于 G102 表，第 22 项废水排放量，应该填写的是生产废水，但部分企业将单独计量且不与生产废水混排的生活污水排放量也填入了该项，多填的排放量将会导致后续环节核算出的污染物排放量偏高。

除了指标多填外，部分表格例如 G103-11《工业企业含挥发性有机物原辅材料使用信息表》等存在表格多填的问题：部分企业在 G101-1 表中第 26 项“含挥发性有机物原辅材料使用”中选择了“是”，并填写了 G103-11 工业企业含挥发性有机物原辅材料使用信息表，但实际涉及含挥发性有机物的原辅材料年使用总量不足 1 吨，根据普查报表制度，不须填写 G103-11 表。

2.2 漏填

漏填问题是普查数据填报过程中出现最多的问题。数据漏填情况包括表格指标漏填、普查表格漏填以及普查对象遗漏的情况。

2.2.1 表格指标漏填

指标漏填问题，例如 G101-2 等表格中漏填产品、生产工艺、原辅材料的名称及代码指标；工业锅炉、一般工业固废、危险废物、风险物质等表格漏填相关指标；G106-1 表漏填污染物名称、污染治理设施运行参数以及相关生产工艺的污染物系数核算环节项等。

2.2.2 普查表格漏填

表格漏填问题，例如有直接冷却水的企业漏填 G102 表；有污泥、油泥等 21 种固体物料堆存的企业漏填 G103-12 表；有一般工业固体废物产生的企业漏填了 G104-1 表；有生产或使用环境风险物质的企业漏填 G105 表；以及有污染物排放的企业漏填了 G106-1、G106-2、G106-3 表等。

2.2.3 普查对象遗漏

企业漏查问题，例如部分间歇式生产的企业，清查阶段呈现关闭状态，但普查阶段发现又恢复生产；另有部分清查阶段判定不属于普查范围的企业，在普查过程中发现实际为普查对象等。

2.3 错填

错填问题主要为指标数据填写错误，例如工业源普查表中行业类别、产值等基本信息填写与实际不符；原辅材料、生产工艺等指标名称填错或者与普查助手软件不对应；废水废气处理工艺、设施数量与实际情况不符；G103-10 表中罐容项与实际不符等（见图 1）。

序号	产品名称	产品代码	生产工艺名称	生产工艺代码	计量单位	生产能力	实际产量
1	纺丝纤维膜	33XX08A900	缠绕成形	33XX08C006	万支	1000.0	850.0
2	注塑配件	33XX08A900	注塑成形	33XX08C001	万个	24000.0	17460.0
3	透析器	33XX13A900	装配	33XX13C002	万支	1200.0	1100.0

统计负责人

图 1 多个产品名称对应同一产品代码

2.4 不规范

填写不规范问题很容易在初次填报审核中被忽略，例如行业、工艺等指标的名称、代码不准确；地址填写不规范；区划代码与地址不符；电话号码位数不对；备注栏填写不清晰；实际应填“0”的指标空缺等。

2.5 不对应

表间信息不对应问题，例如 G103-1 表第 43 项是否采用低氮燃烧技术选了“是”，但是第 45 项脱销工艺又未选“低氮燃烧”；G103-13 产品和原料的名称与用量等，未与 G101-2、G103-13 和 G106-1 相关指标对应一致；G101-2、3 表与 G103-13 表、

G106-1 表的产品、原料信息不一致等（见图 2）。

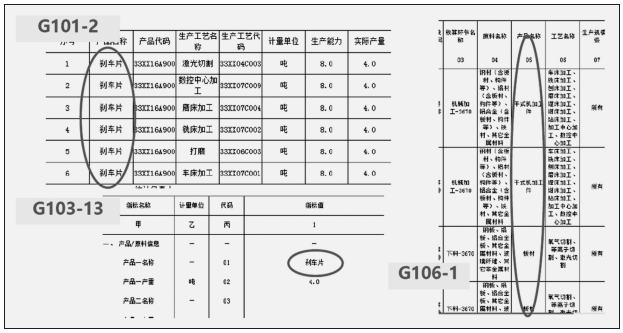


图 2　产品名称表间信息不一致

2.6　不符合逻辑

逻辑与实际不符的问题较难发现，包括表内指标逻辑问题和表间指标逻辑问题。

表内指标逻辑问题譬如在 G101-1 工业企业基本情况表中，部分小、微企业存在工业总产值填写过大（疑为计量单位错误所致）；在 G104-1 表中，指标间的关系没有满足 03＝04－06＋07－09＋10＋11 的要求；部分企业的普查表中，甚至出现了实际产量大于生产能力的情况（见图 3、表 1）。

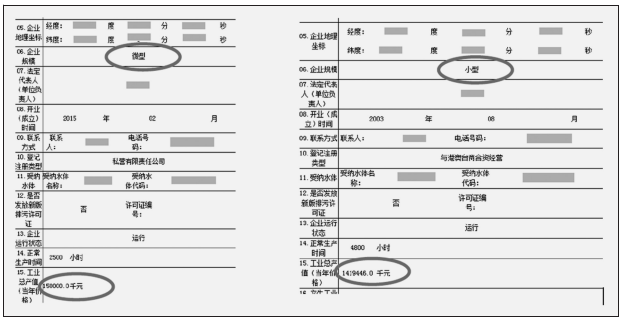


图 3　工业总产值过大

表 1　企业规模与对应指标

行业名称	指标名称	计算单位	大型	中型	小型	微型
工业企业	从业人员（X）	人	$X \geqslant 1000$	$300 \leqslant X < 1000$	$20 \leqslant X < 300$	$X < 20$
	营业收入（Y）	万元	$Y \geqslant 40000$	$2000 \leqslant Y < 40000$	$300 \leqslant Y < 2000$	$Y < 300$

表间指标逻辑问题主要出现在产品、原辅材料、固体废物产生量几个指标上，例如 G101-2、3 表产品产量与原料使用量之间关系不匹配、G101-2 产品产量与 G101-1 工业总产值之间关系不合理等情况（见图 4、图 5）。

图 4　原辅材料质量小于产品产出质量

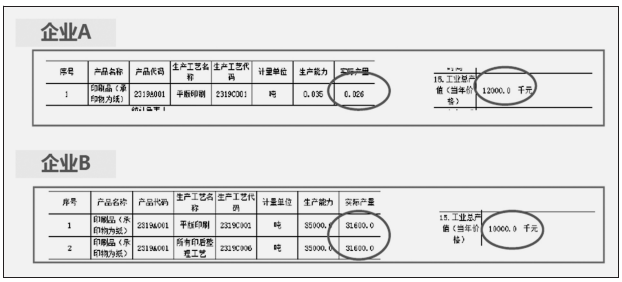


图 5　产量与产值不符逻辑

3　数据填报问题原因分析

第二次全国污染源普查开展以来，各地各级普查领导小组都举办过入户普查培训，印发过相关数据填报指引，由专人负责开展入户调查。但数据填报质量问题依然存在，其原因主要出自以下三方面：

3.1 普查对象填表不认真

部分企业管理者文化水平低，导致填表过程中漏填、错填、不规范，例如出现填写指标时忽视了计量单位，导致填写量值过大等情况。

部分规模较小的普查对象管理混乱，运行时间等指标仅凭印象估算，无法提供相关台账资料佐证，普查人员无法核实查证。

部分大型企业将普查表分派给不同部门的人员填写，数据汇总后未开展系统性审核，导致部分指标填写不规范以及表间信息前后不对应、不符合逻辑等情况。

部分企业业主对普查存在抵触情绪，造成部分指标存在乱报数据的情况。

3.2 普查员专业知识参差不齐

部分地区普查员由街道、村委临时抽调而来，业务水平有限，专业知识参差不齐，对报表填报规则不熟悉，对指标理解不够透彻。加上前期清查与入户调查时间间隔较长，基层人员流动性大，造成部分地区接受过培训的普查人员流失，新补充的普查人员未经系统性培训，无法在普查表中准确填写专业选项。

3.3 普查配套软件不稳定

入户调查开展时普查助手软件尚未完善，导致部分企业的行业产排污核算界定不清晰，填表过程中系统无法找到适合的核算工艺，后续造成大量已填报的相关指标需要返工修改；入户调查期间，普查填报系统不断补充功能，不断修复问题，频繁更新版本，为数据录入工作带来不便；普查系统审核规则迟迟未能出台，各省市自行总结规则开展审核，造成审核标准混乱、同一指标反复修改的情况。

4 提升普查数据质量的几点建议

(1) 在接收企业提交的普查表时当场检查，通过查阅普查表、企业物料消耗记录、原辅料凭证、生产记录、治理设施运行和污染物排放监测记录、相关台账和财务报表等资料，结合实地查看车间生产工艺、污染治理设施等现状，核实各类普查报表填报的真实性、准确性和全面性，确保普查对象产污、治污设施等不遗漏，各类普查表及表内指标填报完整，减少漏填、错填、不规范等错误。

(2) 发动各镇街及各环保所工作人员，对可疑调查情况反复走访，细致查看作业区规模、仓库位置、排污口位置、物料堆存情况、挖掘企业产物环节、污染物种类，多方印证数据的准确性和真实性，通过进一步了解工艺流程等细节，核准普查对象真实情况；同时对不纳入普查及关闭且无法联系主体的企业名册进行实地核实。对因季节性生产等原因未能取得联系的企业，通过镇街工作人员的配合，补充采集普查数据。

(3) 入户调查填表过程中，应同时收集相关检测报告、运行记录等佐证材料，建立“一源一档”，特别是纳入环境统计的重点企业。“一源一档”既可便于数据溯源，便于开展质量核查，也能在系统发生意外丢失数据的情况下快速补填相关表格。

(4) 派遣专业技术人员进驻到普查对象较多的重点区域，抽查普查表格填写质量，开展面对面指导。

(5) 质量核查过程中要做到举一反三、触类旁通。对发现的问题，检查其它普查对象有无类似情况，杜绝类似问题在其它普查对象发生。

(6) 软件保障方面，应妥善设计普查软件，并在普查工作开始前将其调试改良致基本稳定，避免广大基层普查员辛苦录入的数据在一次次软件升级中丢失；应尽早完善普查系统的数据录入、审核规则，例如区分必填项与选填项，明确空值应填“0”还是“—”还是留空，避免基层普查员为通过系统审核而无谓地反复修改数据的填写格式；应配备运算能力足够的服务器并预留充分的带宽以应对普查阶段可能出现的巨大访问量，避免在普查攻坚阶段让软件系统成为短板，导致基层普查员为避开网络繁忙时段而加班熬夜。

5　参考文献

[1] 国务院第二次全国污染源普查领导小组办公室. 关于第二次全国污染源普查质量管理工作的指导意见（国污普〔2018〕7 号）[EB/OL]. [2018-05-07].

[2] 周敏捷，范海燕，骆倩，等. 关于第二次全国污染源普查质量控制的思考探索[J]. 中国资源综合利用，2019（1）：194-196.

Thought on Quality Problem of Data Filling in Household Survey Stage of the Second National Census of Pollution Sources

Shao Liwen　Du Jianwei

Abstract　Combined with the author's personal experience in census work, this paper summarized the problems of data filling in the second national census of pollution sources, analyzed the causes of the above problems and discussed how to improve the quality of census data.

Key words　census of pollution sources　household survey　quality

（上接第 19 页）

（DB 31/199-2018）表 2 三级标准的要求，SS 标准指数为 0.46~0.54，其超标风险较小。

5　参考文献

[1] 张玉先，邓慧萍，张硕，等. 现代给水处理构筑物与工艺系统设计计算[M]. 北京：化学工业出版社，2010：55-61.

[2] 鲍家华，闵浩，夏晓虹，等. 复合填料曝气生物滤池在中水回用中的应用研究[J]. 水处理技术，2012，38（5）：84-86.

[3] 上海市环境保护局，上海市质量技术监督局. 污水综合排放标准：DB31/199-2018 [S]. [2018-12-20].

[4] 吴东升，崔红军，何秀秀，等. 改进型斜管沉淀池在水厂改造中的实际应用[J]. 中国给水排水，2016，32（4）：68-71.

[5] 张玉先. 全国勘察设计注册公用设备工程师给水排水专业执业资格考试教材 - 给水工程[M]. 北京：中国建筑工业出版社，2015：185-202.

Research on the Application of Inclined-Tube Modified Vertical Sedimentation Basin

Min Hao　Wang Xiaochen

Abstract　The vertical sedimentation basin was modified by adding inclined tubes, which aims to reduce its closure settling velocity. The operational results show that the process was efficient and stable, proven by much lower effluent SS after modification (240~310 mg/L) than before modification (950~1140 mg/L). Meanwhile, the average removal rate of SS increased from 28.72% to 81.02% after modification, which guaranteed that effluent water quality reaches discharge standard.

Key words　vertical sedimentation basin　Inclined-tube　suspended substance　closure settling velocity

广州市工业企业场地环境效果评估土壤样品编码与示例

程小谷[1]　章生卫[1]　罗海鲲[1]　巫　静[1]　徐开华[2]

([1]广州市环境保护科学研究院，广州　510620；[2]广州特种承压设备检测研究院，广州　510633)

摘　要　本文简要介绍了广州市工业企业场地环境治理修复效果评估技术要点，针对技术要点中的土壤采样布点要求及现行的采样技术规范，结合 1 个案例对场地土壤样品进行编码，为污染地块土壤修复效果评估样品编码提供参考。

关键词　场地　环境　效果评估　土壤采样　工作总结

随着我国产业结构的调整及城市化进程的加快，全国大中城市都实施了“退二进三”、“退城进园”的政策，大批设计化工、冶金、石油、交通运输、轻工等行业的污染企业先后搬迁或关闭[1]。为贯彻《中华人民共和国环境保护法》、《污染地块土壤环境管理办法》和《广州市土壤污染防治行动计划工作方案》，防治广州市工业企业场地再开发利用过程中的环境污染，改善土壤和地下水环境质量，规范广州市工业企业场地环境调查、修复、效果评估文件编制工作，2017 年 8 月广州市环境保护局发布了《广州市工业企业场地环境调查、修复、效果评估文件技术要点》[2]（以下简称“技术要点”），并于 2018 年 11 月修订并发布新版的技术要点[3]。技术要点对土壤效果评估采样布点工作要求作出了相应规定，但具体采样操作过程中，不同从业单位对基坑、异位修复土、原位修复土、筛上物的命名不一致，样品编码更是千差万别，致使在监督或评审环节，管理部门相关人员要花费一定心力才能理解场地的布点方案设计、现场采样记录、样品编码、样品流转、实验室分析数据统计等内容。环境监测过程中的样品编号是样品状态标识管理的一个部分，样品编号方法的好坏对提高环境监测的质量和工作效率起着非常重要的作用[4]。为了更好地规范土壤效果评估监测采样布点中的样品编码，我院通过日常工作的摸索及总结，并结合修复效果评估监测案例，提出一套比较科学合理的土壤修复效果评估监测样品编码方法。

1　广州市技术要点对土壤修复效果评估采样布点要求

技术要点对土堆修复效果评估采样要求见表 1。

表 1　技术要点对效果评估采样布点的要求

检测对象	采样布点要求
基　坑	(1) 根据基坑大小和污染强度，将侧壁等分成段，每段最大长度不应超过 40 m，在每段均匀采集 9 个表层土壤样品制成混合样（测定挥发性的样品除外），挥发性有机物项目监测点位布设参照对角线法进行，每段不少于 4 个土壤样品。 (2) 将底部均分采样单元，每个单元的最大面积不应超过 400 m^2，在每个采样单元中均匀分布地采集 9 个表层土壤样品制成混合样（测定挥发性有机物项目的样品除外），挥发性有机物项目监测点位布设参照对角线法进行，每个采样单元不少于 4 个土壤样品。

收稿日期：2019-02-15，修改稿收到日期：2019-06-15

续表 1

检测对象	采样布点要求
基　　坑	(3) 当修复深度小于等于 1 m 时，侧壁不进行垂向分层采样。当修复深度大于 1 m 时，侧壁应进行垂向分层采样，第一层为表层土（0~0.2 m），0.2 m 以下每 1~3 m 分一层，不足 1 m 时与上一层合并。各层采样点之间垂向距离不小于 1 m，采样点位置可依据土壤异常气味和颜色，并结合场地污染状况确定。
原地异位修复处理后的土壤、筛上物	对原地异位修复处理后的土壤（以下简称“修复后土”）、筛上物等，治理修复单位应确保修复后待检土壤有序堆放，根据土壤的堆放形状建立三维网格，布设监测点位，每 500 m^3 不得少于 2 个样品。
处理处置区域、二次污染处置设施、临时堆场区域	(1) 每个监测单元不应超过 400 m^2。 (2) 在每个监测单元中均匀分布的采集 9 个表层土壤样品制成混合样（测定挥发性有机物项目的样品除外），挥发性有机物项目监测点位布设参照对角线法进行，每个采样单元不少于 4 个土壤样品。 (3) 上述区域采用硬底化地面且保持完好，每个监测单元不应超过 1600 m^2。
原位修复区	(1) 对原位修复工程措施效果的监测，每个监测点位代表的地块面积不得大于 100 m^2，每个样品代表的土壤体积应不超过 200 m^3。 (2) 对原位修复边界监测，根据地块大小和污染强度，应将修复范围四周等分成段，每段最大长度不应超过 20 m。 (3) 采样的深度范围应在原污染深度基础上适当扩展，采样间隔按照本技术要点详细采样工作垂直方向采样间隔要求进行。

表 1 中，基坑的布点要求相对复杂，不仅有侧壁和坑底两个布点对象，还需对侧壁进行分段和分层布点。当场地污染基坑多且存在坑中坑、坑连坑、污染因子多样化的情况下，待检土及处理处置区域、临时堆场区域也会相应增多，具体到采样工作、样品管理、数据统计分析及最终效果评估监测报告编制工作时，基坑、待检土、临时堆场等检测对象的命名以及样品编码尤为重要。

2　A 地块土壤效果评估采样样品编码示例

2.1　A 地块基坑、待检土、原位修复区分布

A 地块基坑、待检土及原位修复区分布见图 1。该场地污染基坑多，且存在坑中坑、坑连坑、污染因子多样化，基坑和修复土堆就高达 10 多个。相应的待检土及处理处置区域、临时堆场区域也比较多。

2.2　命名的缩写约定

以图 1 A 场地为例，针对不同检测对象的布点要求，根据监测对象、样品类别、样品类型的中文名称缩写，约定不同的缩写符号见表 2。

表 2　专业名词缩写的约定

序号	专业名词	缩写	序号	专业名词	缩写
1	基坑	K	11	污水处理站	WS
2	侧壁	C	12	修复后土堆二次污染区	EXF
3	坑底	D	13	筛上物二次污染区	ES
4	修复后土	XF	14	修复大棚二次污染区	EDP
5	筛上物	S	15	洗车台二次污染区	EXC
6	清洁土	J	16	污水处理站二次污染区	EWS
7	原位内部	YWX	17	土壤	TR
8	原位侧壁	YWC	18	重金属	Z
9	修复大棚	DP	19	有机物	Y
10	洗车台	XC			

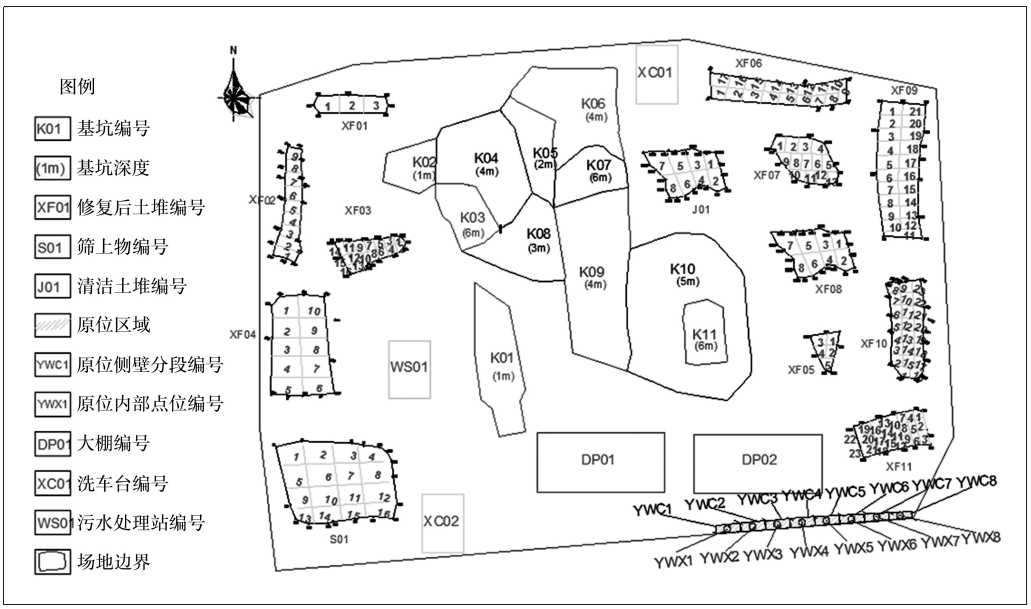


图 1 A 地块基坑、待检土、原位修复区、修复大棚等分布示意

2.3 命名规则与示例

样品编码中，基坑样品的命名相对复杂，涉及的内容包括地块名、样品类别、基坑及基坑编号、侧壁或者坑底的采样单元，采样分层，单个采样单元的样品序号。我院在实际采样过程中约定基坑样品编码的逻辑顺序为：① 地块名；② 样品类别；③ 基坑及基坑号；④ 侧壁 / 坑底；⑤ 样品类型；⑥ 采样单元；⑦ 层数；⑧ 样品序号。以图 1 中的 A 地块为例，A-TRK01CZ0101 表示 A 地块 1 号基坑侧壁第一个采样单元第 1 层土壤重金属样品。其它检测对象的样品命名，参照基坑样品的命名进行。A 地块不同检测对象中土壤样品编号示例及对应说明见表 3。

表 3 A 地块不同检测对象中土壤样品编号及对应说明

检测对象	样品编号	对应说明
基坑侧壁重金属样品	A-TRK01CZ0101	1 号基坑侧壁第一个采样单元第 1 层土壤重金属样品
基坑侧壁有机物样品	A-TRK01CY010101	1 号基坑侧壁第一个采样单元第 1 层土壤第 1 个有机物样品
基坑坑底重金属样品	A-TRK01DZ0101	1 号基坑坑底第一个采样单元第 1 层土壤重金属样品
基坑坑底有机物样品	A-TRK01DY0101	1 号基坑坑底第一个采样单元第 1 层土壤第 1 个有机物样品
修复后土堆重金属样品	A-TRXF01Z01	1 号修复土堆第一个采样单元重金属样品
修复后土堆有机物样品	A-TRXF01Y01	1 号修复土堆第一个采样单元有机物样品
筛上物重金属样品	A-TRS01Z01	1 号筛上物堆体第一个采样单元重金属样品
筛上物有机物样品	A-TRS01Y01	1 号筛上物堆体第一个采样单元有机物样品
扰动清洁土重金属样品	A-TRJ01Z01	1 号清洁土堆体第一个采样单元重金属样品

续表 3

检测对象	样品编号	对应说明
扰动清洁土有机物样品	A-TRJ01Y01	1 号清洁土堆体第一个采样单元有机物样品
修复大棚重金属样品	A-TREDPZ01	1 号修复大棚二次污染区第一个采样单元重金属样品
修复大棚有机物样品	A-TREDPY0101	1 号修复大棚二次污染区第一个采样单元第 1 个有机物样品
洗车台二次污染区重金属样品	A-TREXC01Z01	1 号洗车台二次污染区第一个采样单元重金属样品
洗车台二次污染区有机物样品	A-TREXC01Y0101	1 号洗车台二次污染区第一个采样单元第 1 个有机物样品
污水处理站二次污染区重金属样品	A-TREWS01Z01	1 号污水处理站二次污染区第一个采样单元重金属样品
污水处理站二次污染区有机物样品	A-TREWS01Y0101	1 号污水处理站二次污染区第一个采样单元第 1 个有机物样品
修复后土堆二次污染区重金属样品	A-TREXF01Z01	1 号修复土堆临时堆场区第一个采样单元重金属样品
修复后土堆二次污染区有机物样品	A-TREXF01Y0101	1 号修复土堆临时堆场区第一个采样单元第 1 个有机物样品
筛上物二次污染区重金属样品	A-TRES01Z01	1 号筛上物临时堆场区第一个采样单元重金属样品
筛上物二次污染区有机物样品	A-TRES01Y0101	1 号筛上物临时堆场区第一个采样单元第 1 个有机物样品
原位修复内部样品	A-TRYWX0101	原位修复内部 1 号钻孔第 1 层样品
原位修复侧壁样品	A-TRYWC0101	原位修复侧壁 1 号钻孔第 1 层样品

应当注意：

(1) 地块名放在样品编码第 1 位，可以避免同一段时间内对两个不同地块进行采样时的样品混淆，也可以将方便同一地块样品统一进行管理。

(2) 若检测对象较多，例如基坑或者修复后的土堆个数较多，以两位数字进行排序，可以统一同一类型样品编号位数；若基坑或者修复后的土堆个数较少，可以用 1 位数字进行排序。但根据实际检采样经验，用两位数进行检测对象排序，告知编码规则后，更容易使人理解样品编码含义且不容易混淆。

(3) 对于同一单元采集 4 个有机物样品，同一单元样品序号 01、02、03、04 可约定为：01 代表最上面 / 最北面的一个样，其余依次按顺时针排列对应。

(4) 若样品超标，需要进行二次采样，则在上述样品编号中的 TR 后按照英文缩写加 R（Re sampling），若在同一采样点，进行三次采样，则在 TR 后加 T（Third sampling），以此类推。

以上样品编码的优点是编号意义明确，方便采样人员及分析统计人员识别，但编号繁琐。为了方便检测人员进行信息录入及管理人员进行样品管理，可以在有十分明确的采样计划前进行样品标签制作，对同一样品增设一套编码。或者在采样结束后，样品流转环节，样品管理员根据接收样品的顺序，对样品进行二次编码。编码的逻辑顺序为 ① 地块名；② 样品类别；③ 年份；④ 月份；⑤ 日期；⑥ 样品序号。例如 A-TR19031401 表示 A 地块 2019 年 3 月 14 日的第 1 个土壤样品。样品标签如图 2。

3　结论展望

上述场地样品编码方法为目前我院参与广州本地多个场地修复效果评估案例的摸索总结，在实际运用中可以很好的进行样品管理，对其它从业单位

广州市环境保护科学研究院	
项目名称	A地块土壤修复效果评估
点位名称	1号基坑侧壁第一个采样单元第1层土壤重金属样品
采样编号	A-TRK01CZ0101
室内编号	A-TR19031401
分析项目	铜
检测状态	□待检 □检毕

广州市环境保护科学研究院	
项目名称	A地块土壤修复效果评估
点位名称	1号基坑侧壁第一个采样单元第2层土壤重金属样品
采样编号	A-TRK01CZ0201
室内编号	A-TR19031402
分析项目	铜
检测状态	□待检 □检毕

广州市环境保护科学研究院	
项目名称	A地块土壤修复效果评估
点位名称	1号修复土堆第一个采样单元第1个重金属样品
采样编号	A-TRXF01Z01
室内编号	A-TR19031403
分析项目	铜
检测状态	□待检 □检毕

广州市环境保护科学研究院	
项目名称	A地块土壤修复效果评估
点位名称	1号修复土堆第一个采样单元第2个重金属样品
采样编号	A-TRXF01Z02
室内编号	A-TR19031404
分析项目	铜
检测状态	□待检 □检毕

图2 样品标签样式

有一定的参考借鉴意义，随着场地修复工作的经验积累，将会更加完善。

4 参考文献

[1] 骆永明. 中国污染场地修复的研究进展、问题与展望[J]. 环境监测与管理技术，2011，23（3）：1-6.

[2] 广州市环境保护局. 广州市工业企业场地环境调查、修复、效果评估文件技术要点（穗环办〔2017〕149号）[EB/OL]. [2017-08-25].

[3] 广州市环境保护局. 广州市工业企业场地环境调查、治理修复及效果评估技术要点（穗环办〔2018〕173号）[EB/OL]. [2018-11-19].

[4] 谭志农，马先锋，刘明阳. 环境监测中样品的两种编号方法[J]. 环境科学与技术，2011，34（S2）：225-227.

Coding and Examples of Soil Sampling for Environmental Effect Assessment of Guangzhou Industrial Enterprise Site

Cheng Xiaogu Zhang Shengwei Luo Haikun Wu Jing Xu Kaihua

Abstract This paper briefly introduced the main points of soil treatment and restoration effect evaluation technology in industrial enterprises site in Guangzhou. In view of the main technical points and the current sampling specification, the soil samples of the site were coded with a case for providing reference for the sample coding of soil remediation effect evaluation in contaminated plots.

Key words site environment evaluation soil sampling job summary

（上接第24页）

Discussion on Establishing and Improving the Community Environmental Protection Governance System——Guangzhou as an Example

Li Mingguang Deng Qingheng

Abstract Under the "One Core One Dominator Multi-stakeholder Together" community governance model, the paper suggested the new era guiding thought of establishing and improving the community environmental protection governance system. The paper also pointed out the problems of the community environmental protection governance system in Guangzhou, presented the main tasks of establishing and improving the system, including strengthening the CCP's leadership on community environmental protection, enhancing community self-government system and Strengthening the government's guidance and supervision of community environmental protection, and so on.

Key words community environmental protection governance system Guangzhou

现代分子生物学技术在环境污染责任鉴定中的潜在应用价值

曾凡银[1] 雷 雯[2]

([1]广州市环境保护科学研究院，广州 510620；[2]广东省妇幼保健院，广州 510010)

摘 要 随着新《环境保护法》的实施和推进，环境污染治理取得了新的进展。环境执法部门对污染企业的查处更严格，对环境污染受害者的权益保障更重视。虽然法律明确了企业在污染问题上所必须承担的相应的法定经济责任，但是污染受害者在健康损伤举证上遇到不少问题，特别是对于潜在发生的身体损伤无法得到合理鉴定。通常情况下潜在发生的一些损伤属于疾病发生的前体状态，很难在临床医学中得到确诊，无法纳入法律规定的惩罚范围内，这些问题给环境污染追责造成很大困扰。在现代分子生物学技术快速发展中，对疾病早期诊断和鉴别有了重大突破，特别是表观遗传学基因甲基化的研究可为污染物暴露引起的相关疾病早期诊断提供有力证据。这些分子生物学方法能为相关的环境污染责任认定提供参考。

关键词 环境污染 责任鉴定 现代分子生物学 污染物暴露

1 概述

随着现代工农业的快速发展，各种污水、废气、废物排放到环境中，对整个生态系统产生严重威胁。虽然环境保护已达成了全球共识，但是环境恶化的现状也是不争的事实。各个环保单位在狠抓环保审查同时，也对环境污染责任认定的问题更加重视。企业生产中产生的污染物对周边生态、水、大气，居民健康的影响要严格监测并按法律法规对污染问题做到处罚和补偿。人类健康已深受环境影响，疾病谱已从营养性和传染性疾病转变为环境污染性，例如以心血管疾病、职业病、呼吸道疾病等非传染性疾病为主，癌症的发生率大幅度提高[1]。这些与环境因素有关的非传染性疾病所引起健康损伤必需引起足够的重视。通常情况下实际发生的一些潜在损伤属于疾病发生的前体状态，很难在临床医学中得到明确诊断，无法纳入法律规定的惩罚范围内，这些问题给环境污染追责造成很大困扰。随着现代分子生物学技术的发展，可以实现对人体细胞内的变化进行测量，定性或定量地预测由污染物对人体造成的健康损伤[2]。这些方法为环境污染责任认定提供了有力的鉴定数据，对不断发生的环境污染责任纠纷做到明确的法律惩罚措施。本文综述了近年来研究疾病早期发生机制的现代分子生物学技术及其应用，以期为相关的环境污染责任认定提供参考。

2 环境污染受害者潜在损伤鉴定困难

近年来，在新《环境保护法》的推进中，环境污染治理问题取得了新的进展[3]。环境执法部门对污染企业的查处更严格，对环境污染受害者的权益保障更重视。根据《环境保护法》第 41 条第一款规定：造成环境污染危害的，有责任排除危害，并对直接受到损害的单位或者个人赔偿损失。明确了企业在污染问题上所必须承担的相应的法定经济责任。企业排放的污染物一旦对周围人民群众的财产造成损害，都应该根据这一原则视危害程度对受害者给予一定的赔偿。《环境损害鉴定评估推荐方法(第Ⅱ版)》确定了环境污染导致人身损害鉴定评估的时间范围和确认条件，其中人身损害鉴定评估的时间范围以污染环境行为发生日期为起点，持续至污染环境行为导致人身损害的可能的最大潜伏期为止；个人人身损害鉴定评估的确认条件包含：虽未

收稿日期：2019-04-03，修改稿收到日期：2019-06-15

确定为死亡、伤残或疾病，为预防人体出现不可逆转的器质性或功能性损伤而必须采取临床治疗或行为干预的。

虽然《环境损害鉴定评估推荐方法（第Ⅱ版）》确定了环境污染导致人身损害鉴定评估的时间范围和确认条件，但在实践中的环境污染受害者赔偿问题上，不少举证问题随之浮出水面。《环境行政处罚办法》第三章第三十二条【证据类别】环境行政处罚证据，主要有书证、物证、证人证言、视听资料和计算机数据、当事人陈述、监测报告和其他鉴定结论、现场检查（勘察）笔录等形式。其中身体健康损伤鉴定结论证据会遗漏一些潜在发生的损伤，例如损伤的有效鉴定往往只能根据现有的医疗水平得出诊断（如因环境污染而滋生疾病，甚至丧失生命），而受害者所经受的精神损伤和一些长期潜伏在人体中可能会危害人体健康的隐性问题没有明确的界限，甚至是被忽略。暴露在污染物中的人群在身心上也容易遭受损伤，例如精神出现长期烦躁、易怒、抑郁、失眠等。各种慢性疾病特别是癌症会发生生理和细胞分子水平的缓慢变化，在发病的早期并没有表现出可查的症状，但是时间累计的量变最终会导致部分人群发病而丧失生命。因而环境污染对身体健康的损害具有潜伏性，往往是经过较长一段时间之后，损害才明显地表现出来。目前的临床诊断技术在污染物对人的健康损害风险评估和证明方面存在着较大的不确定性，导致受害者潜在的身体损伤得不到有效补偿。这也是环境污染受害者在维权时所遭遇的一种普遍困境。

3 几种分子生物学技术对潜在早期疾病鉴定的应用

分子生物学是从分子水平研究生命本质的一门新兴学科，主要研究基因或DNA的复制、转录、表达和调节控制等过程。分子生物学是当前生命科学中发展最快并正在与其它学科广泛交叉与渗透的重要前沿领域[4]，应用在环境污染责任鉴定领域，可为相关的环境污染责任认定提供参考。

生命活动的调控都是受基因信息发出的指令来完成的。生物不断的对环境的各种变化进行适应，而同时要竭力维持遗传序列的稳定性，那么为了维持原有基因信息不变和适应环境变化就只能通过对基因进行修饰来实现，这就使得基因修饰几乎每时每刻都在发生着变化。基因修饰后所呈现的表型特征叫表观遗传学，包括DNA甲基化、组蛋白修饰及miRNA调控等表观遗传学修饰，这些修饰方式已渗透到人类健康与疾病的全部领域[5]。

甲基化是哺乳动物基因组中最常见的一种DNA结构修饰，DNA甲基化对于正常基因的表达调控具有非常重要的作用，而且DNA甲基化水平很大程度受到环境因素的影响。而表观遗传学效应发生往往是在疾病产生的早期，并且具有可逆性，因此，对表观遗传学的研究可为污染物暴露引起的相关疾病早期诊断提供有力证据。事实上，国际上有专家已经开始认为以甲基化状态变化为代表的表观遗传毒性成为了环境污染物对人体健康危害研究的前沿，是环境与人体交互作用的第一站[6-7]。目前现代分子生物学研究甲基化变化的检测方法主要有以下几种。

3.1 荧光定量技术

荧光定量PCR（realtime fluorescence quantitative PCR，RTFQ PCR）是1996年由美国Applied Biosystems公司推出的一种可实时监测的PCR技术。它是在普通PCR技术的基础上，增加荧光染料或荧光标记的特异性的探针，可做到对PCR产物进行标记跟踪，实时在线监控反应过程，结合相应的软件可以对产物进行分析。甲基化异常的基因片段与正常未甲基化的基因片段经过重亚硫酸盐处理后其碱基信息是有差异的，而且这种差异可以通过探针的设计得以检测出来。pI6/CDKN2A是一个重要的肿瘤抑制基因，Pairon和Jaurand[8]通过荧光定量的方法研究了接触石棉的肺癌患者中pl6/CDKN2A基因的改变情况，结果表明p16/CDKN2A甲基化和石棉暴露之间存在关联。Hu等[9]在体外试验中发现，苯的活性代谢产物对苯二酚会引起人类淋巴母细胞株TK6细胞中IL12基因高甲基化、RUNX1T1

及 MAGEA1 基因低甲基化，这些异常的甲基化状态都会对健康状况造成不同程度的影响。

3.2　数字 PCR 技术

20 世纪末，Vogelstein 等[10] 提出数字 PCR（digitalPCR，dPCR）的概念，它是一种核酸分子绝对定量技术。相较于荧光定量 PCR，数字 PCR 能够直接计算出 DNA 分子的拷贝，是对起始样品的绝对定量。通过将一个样本分散到若干油包水的液滴中，每个液滴包含一个或多个拷贝的目标分子（DNA 模板），及对目标分子进行 PCR 扩增的试剂，扩增结束后对液滴中的荧光信号进行收集和分析，结合泊松分布规律判断实验的准确性和可靠性。数字 PCR 在癌症生物标志物研究领域应用较多，以卓越的灵敏度和准确度测量癌症突变的变异程度、检测稀有的 DNA 靶拷贝以及癌症用药过程中组织出现的耐药性变异。Liesbeth Van Wesenbeeck 等[11] 使用微滴式数字 PCR（ddPCR）技术进行甲基化线性检测时，发现在极低 DNA 拷贝情况下，能准确的测算出甲基化基因含量，因此，ddPCR 技术可应用于肿瘤早诊和筛查领域。

3.3　甲基化基因芯片技术

基因芯片又称 DNA 微阵列（DNA microarray），该技术系指将大量探针分子固定于支持物上后与标记的样品分子进行杂交，芯片经过扫描后可检测到每个探针分子的杂交信号强度，参照软件分析及基因库的数据能筛选出差异化的基因。甲基化芯片技术得到的甲基化谱使研究者能分析甲基化异常（高或低甲基化）状态，已用于疾病筛查等应用途径[12]。甲基化芯片的推出大大加速了 DNA 甲基化与疾病（如肿瘤、呼吸系统疾病、糖尿病等）联系的研究进程，提升研究效率，因此，很有可能发展成人类疾病诊断、预防和治疗的有效工具。Hew 等[13] 通过测序和甲基化芯片技术，研究患有哮喘或过敏性鼻炎的孩子组织中分子的变化情况，结果显示，在高浓度的 PAHs（多环芳烃）暴露下，调节性 T 细胞出现功能受损且叉头框蛋白 3（FOXP3）基因呈现高甲基化。应用甲基化全基因组芯片分析颗粒物暴露的人群流行病学研究发现，PM_{10} 和 $PM_{2.5}$ 在多种疾病的发病过程中，主要引起全基因组低甲基化特别是一些促癌基因在低甲基化状态下被激活，使得暴露人群患癌风险增高[14]。

4　结语

环境污染引起严重的健康问题，在过去的几十年中引起了全球范围内的广泛关注。大量研究已经证实了污染物暴露与人类某些疾病的发病率和死亡率有着密切的关联，诸如慢性空气污染物暴露会引起心血管、过敏性鼻炎、癌症、神经和哮喘等疾病的发病率[15]。环境污染事实上给被受害人造成了潜在的损害，目前的技术无法将之确定为损害事实，但是随着分子生物学技术和水平的发展，这种损害必将可视化，为解决各种环境污染责任问题提供可能的依据。全面保障环境污染受害人权益可增强社会对于最严环保治理的获得感，同时推进相关法律、机制的完善，鼓励相关科学研究也是推动环保事业发展的重要途径。

5　参考文献

[1] 杨丽沙. 分子生物学在环境污染隐性侵权责任追究中的价值[J]. 中国产业，2010（9）：63-64.

[2] Larsson L, Castilho R M, Giannobile W V. Epigenetics and its role in periodontal diseases: a state-of-the-art review[J]. Journal of Periodontology, 2014, 21 (4) : 1-18.

[3] 王灿发. 新《环境保护法》实施情况评估报告[M]. 北京：中国政法大学出版社，2016.

[4] 朱玉贤. 现代分子生物学[M]. 北京：高等教育出版社，2013.

[5] Ziller M J, Gu H, Müller F, et al. Charting a dynamic DNA methylation landscape of the human genome[J]. Nature, 2013, 500 (7463) : 477-481.

[6] 吕占禄，王先良，钱岩，等. 表观遗传学机制与空气污染的健康效应[J]. 生态毒理学报，2015，10（4）：17-24.

[7] Lokody I. Epigenetics: Senescent cells: Poised for cancer[J].

Nature Reviews Cancer, 2014, 14 (1) : 11-11.

[8] Pairon JC, Jaurand AMC. P16INKGA inactivation mechanisms in non. small-cell lung cancer patients occupationally exposed to asbestos[J]. Lung Cancer, 2010, 67 (1) : 23-30.

[9] Hu J, Ma H, Zhang W, et al. Effects of benzene and its metabolites on global DNA methylation in human normal hepatic L02 cells[J]. Environmental Toxicology, 2014, 29 (1) : 108-116.

[10] Kohli M, Rago C, Lengauer C, et al. Facile methods for generating human somatic cell gene knockouts using recom binant adeno-associated viruses[J]. Nucleic Acids Res. 2004 Jan 2, 32 (1) : e3.

[11] Liesbeth Van Wesenbeeck, Leen Janssens, Hanne Meeuws, et al. "Droplt digital PCR is an accurate method to assess methylation status on FFPE samples"[J]. Epigenetics, 2018, 13 (3) : 207-213.

[12] 廖萍，刘茶珍，罗全勇，等. 甲状腺癌患者血 DNA 甲基化分子标志物[J]. 环境与职业医学，2012，29 (2)：77-82.

[13] Hew K M, Walker A I, Kohli A, et al. Childhood ex posure to ambient polycyclic aromatic hydrocarbons is linked to epigenetic modifications and impaired systemic immunity in T cell [J]. Clinical and Experimental Allergy, 2014, 22 (11) : 85-91.

[14] De Prins S, Koppen G, Jacobs G, et al. Influence of ambient air pollution on global DNA methylation in healthy adults: A seasonal follow-up [J]. Environment International, 2013, 59: 418-424.

[15] 王菲菲，王先良，吕占禄，等. 典型环境污染物的表观遗传学损伤[J]. 毒理学杂志，2015，29 (1)：66-70.

The Potential Application Value of Modern Molecular Biology Technology in Environmental Pollution Liability Identification

Ceng Fanyin Lei Wen

Abstract With the advancement of the new environmental protection law, new progress has been made in environmental pollution control. Environmental law enforcement departments were stricter in investigating and punishing polluting enterprises, and pay more attention to the protection of the rights and interests of the victims of environmental pollution. Although the law clarified the corresponding legal and economic responsibilities that enterprises must bear on pollution issues, the victims of pollution encountered many problems in the proof of health damage, especially for potential physical injury can not be reasonably identified. Usually, some potential injuries belong to the precursor state of disease occurrence, which was difficult to be diagnosed in clinical medicine and can not be included in the scope of punishment prescribed by law. These problems caused great trouble to environmental pollution accountability. With the rapid development of modern molecular biology technology, great breakthroughs have been made in early diagnosis and identification of diseases, especially in epigenetic gene methylation, which can provide strong evidence for early diagnosis of related diseases caused by pollutant exposure. These molecular biological methods can provide reference for the identification of environmental pollution liability.

Key words environmental pollution responsibility identification modern molecular biology pollutant exposure

绿道在身边 花城焕发新活力

信息时报记者 叶伟报 花城广州，出门见绿，推窗现景。将绿水青山与现代都市串联起来的，是3500公里绿道网。它们贯穿田园林地，蜿蜒错落、阡陌交通。漫步绿道，不出城郭而获山林之怡，身居闹市而享林泉之乐。

2010年至今，广州已建成3500公里绿道网。这些绿道贯穿山、水、田、林、园，涵盖都市型、郊野型、生态型等多种类型。如果想体验休闲生活，可在都市低碳、珠水晴波类绿道中选科城锦绣绿道、二沙岛绿道等；如果想品味特色文化，可在风情文化、亲子优选类绿道中选东濠涌和荔枝湾的绿道；如果想感受自然山水，可选择一河两岸、滨江湿地、湖光山色、森林氧吧类绿道，如蕉门河、海珠湿地、白云湖、花都湖、大夫山森林公园、流溪河国家森林公园等。

绿道，将绿水青山串联起来；绿道，让市民出行、休闲、健身方兴未艾；绿道，让千年花城焕发新活力。

摘自《信息时报》2019-04-24

药品和个人护理用品类污染物（PPCPs）在北江流域的浓度分布特性初探

王剑斌
（广州市环境监测中心站，广州 510006）

摘 要 采集了北江流域 10 个点位的水样，经过固相萃取、氮吹、重构等预处理后，将水样浓缩 2000 倍，采用高效液相色谱 - 串联质谱法测定 8 种典型 PPCPs 的浓度。结果表明，在所取的 10 个点位的水样中，均检出了不同浓度的 PPCPs，其中，在五星测点水样中检出了高达 356 ng/L 的咖啡因。就 PPCPs 含量高低而言，五星、丰年以及新花港测点水质较差，紫洞、新境、沙口、石湾和润石大桥测点的水质相对较好。

关键词 药品与个人护理用品类污染物 北江 分布

药品及个人护理品（PPCPs-Pharmaceuticals and Personal Care Products）在水环境的存在以及它们对人类和生态系统的影响已经成为环境卫生健康新兴的热点。饮用水源地也发现了痕量的药物存在，环境中药品及个人护理品的存在对环境以及人体健康形成了很大威胁[1-4]。因此，人们越来越关注暴露在饮用水残留的药物是否会对人体健康造成危害。

药品进入水环境重要的途径是通过污水处理厂的出水。因为病人使用的大量的药物经人体食用后不发生任何改变，再通过尿液和粪便排入污水中[5]。通过污水排放或者灌溉回用进入水体，作为土壤改良剂用于农业的有机污泥以及被填埋处置后是药品进入环境[6] 和饮用水源的另一途径。农牧渔养殖业的废水也是药品进入水环境的一个重要来源。不同来源的药品通过地表径流汇入地表水或者渗透入地下水，最终汇聚于饮用水源中。与药品不同，个人护理品不需要进入人体，日常使用中通过淋浴或者沐浴就可以进入污水中。世界范围内，每年要消耗大量的药物。由于新药物的研制，人口不断增长，人口年龄分布的转变，以及由于专利的限制而出现了很多相对便宜的非专利药物，导致了药物的使用量不断增长[7]。个人护理品的种类也是成百上千，全世界消费的皮肤护理品，如牙齿护理品，肥皂，防晒霜和染发产品等等[8]。大部分药品及个人护理品都是一些难以生物降解的物质，如在污水中常见的抗生素，合成的硝基和多环麝香香料，经过使用传统方法的污水处理厂处理后，仍然残留在出水中被排放到受纳水体[9-11]。药品与个人护理品的使用量非常大，而传统的水处理工艺无法完全有效的去除这些物质，从而导致水环境中的该类物质持续存在，形成一个假性持久的现象。

北江是珠江流域的第二大流域，也是目前珠江水系在广东境内水质最好的江流之一，更是粤北地区的主要供水水源。北江发源于江西信丰，主流流经广东南雄、始兴、韶关、英德、清远至佛山三水思贤滘，在三水的思贤滘与西江相通，流入珠江三角洲网河区，主流由虎门出海[12-14]。

本研究主要针对北江流域，使用 HPLC-MS 方法检测浓缩水样中的 PPCPs 浓度，初步探析北江流域 PPCPs 的分布特征，为后续 PPCPs 的针对性去除提供基础研究数据和依据。

收稿日期：2019-02-20，修改稿收到日期：2019-06-15

1 方法

对于本实验，研究人员挑选了 8 种典型且检出频繁的 PPCPs 作为研究对象，主要包括甲氧苄氨嘧啶（Trimethoprim）、N，N-二乙基-3-甲基苯甲酰胺（即避蚊胺，DEET）、磺胺甲噁唑（Sulfamethoxazole）、红霉素（Erithromycin-H_2O）、卡马西平（Carbamazepine）、环丙沙星（Ciprofloxacin）、醋氨酚（Acetaminophen）以及咖啡因（Caffeine）等。

1.1 HPLC-MS 方法

表 1 HPLC-MS 仪器参数

	HPLC	MS
柱 子	Eclipse Plus C18 (2.1 × 50 mm，1.8 μm)	离子化模式 ESI
柱 温	40℃	
流动相 A	水 + 0.1%甲酸	
流动相 B	甲醇 + 0.1%甲酸	
注射体积	2 μL	
流 速	0.2 mL/min	
梯 度	T = 0，A = 40%，B = 60% T = 2.5，A = 95%，B = 5% T = 2.6，A = 100%，B = 0% T = 2.7，A = 40%，B = 60% T = 3，A = 40%，B = 60%	

1.2 定性定量分析的参数设置

定性定量分析的参数设置（见表 2）。

表 2 定性定量分析的参数设置

物 质	母离子 (m/z)	子离子 (m/z)	CE (eV)	Polarity
甲氧苄氨嘧啶	291.1	230	22	Positive
咖啡因	195	137.8	17	Positive
DEET	192.2	118.9	13	Positive
磺胺甲噁唑	254.2	156.1	19	Positive
红霉素	716.4	522	13	Positive
卡马西平	237	193.9	17	Positive
环丙沙星	332	314	14	Positive
醋氨酚	151.9	110	15	Positive

1.3 水样预处理方法

1.3.1 水样预浓缩

由于地表水中 PPCPs 的浓度一般很低（ng/L），没有满足 HPLC-MS 的检出限，所以需对水样中的 PPCPs 进行浓缩，使其浓度高于 HPLC-MS 的检出限，才能进行测定。本实验采用固相萃取和氮气吹脱的方法对所研究的水样中的 PPCPs 进行浓缩处理，经一系列处理后，水样中的 PPCPs 浓缩了 2000 倍。将所取水样 1.5 L 用抽滤装置及 0.45 um 滤纸进行过滤。再将水样的 pH 值调至 2，储存于 4℃冰箱，待用。

1.3.2 固相萃取（SPE-Solid Phase Extration）

（1）准备水样

量取 500 mL 水样于 500 mL 透明试剂瓶中，每个水样做一组平行样。向 500 mL 水样中，加入 5 mg/L 的 d3-caffeine 内标液，再加入 2 mL 的 250 mg/L Na_2EDTA 溶液，搅拌均匀。

（2）SPE 小柱预处理

加入大约 6 mL 甲醇于使用的柱子中，让其通过重力作用自然流下。当甲醇大部分流下时，加入约 1 mL 酸化甲醇（0.1%甲酸）。然后，再加入 6 mL 高纯水 2 次，注意避免产生气泡，当柱内剩约 3 mL 高纯水时，将旋塞关闭，保证柱内有约 3 mL 高纯水。

（3）SPE 操作

连接好仪器及管路进行萃取。调节阀门，控制 SPE 装置内的真空度，使萃取流速大约 5 mL/min。待水样完全进完，用 6 mL 高纯水润洗柱子 2 次，防止残留。然后，调节真空度约 15~18 mmHg 对柱子进行干燥 5 min。

1.3.3　洗脱

将白色支架以及 10 mL 试管放入 SPE 装置槽内。在每个小柱中加入 2 mL 酸化甲醇使其重力流下，重复 4 次。洗脱操作快结束时，加真空使液体充分流出。

1.3.4　氮吹

将装有 SPE 洗脱液的试管放入氮吹仪中，连接好氮气。调节加热键，将温度设置在 40℃，等待 5 min，让温度升至设定值。然后将氮吹仪上的金属管放入装有 SPE 洗脱液的试管中，使金属管位于 SPE 洗脱液液面的上方。再打开氮气罐的阀门，调节流速，轻吹，使其对液面的扰动最小。时刻注意试管中的液面，如有需要，可将金属管下端降低。最后，将洗脱液吹脱到只剩下 50 μL，停止加热，关闭氮气罐的阀门。

1.3.5　重构

使用 500 μL 的微量移液注射器，将样品用（9∶1）高纯水 / 甲醇混合溶液定容到 250 μL。向 250 μL 的样品中加入 10 μL 的 1.25 mg/L 的内标液（Simeton）。对每个样品进行离心处理，离心操作后，旋转试管，并用提取液体覆盖在离心操作中没有被润湿的地方。再让每个样品静置 10~15 min 使得液体全部流到圆锥管管底。

1.3.6　提取液过滤

用 500 μL 的注射针从试管中缓慢吸取样品。在将针头拔下，换上 0.45 μm 孔径的滤头，再将提取液挤出，滴入到放置在 2 mL 小试剂瓶的内插管中。再盖上小试剂瓶盖子，晃动小试剂瓶以去除内插管内的空气，所有的准备好的样品提取液放入 4℃的冰箱储存，等待 HPLC-MS 分析。

2　测点及样品采集

目前佛山约有 15 个饮用水源保护区，涵盖了该市内所有大型水厂的取水口，大部分都分布在北江流域，如北江干流、东平水道等。本次研究的水样采集点是位于北江流域饮用水源地 10 个测点，分别是：紫洞、五星、丰年、新境、沙口、顺德水道、石湾、润石大桥、新华港、南围。

3　结果与分析

由图 1 和图 2 可知，在北江流域中，Ciprofloxacin（环丙沙星）、Acetaminophen（醋氨酚）、Caffeine（咖啡因）的浓度较大，其中位于五星点位的 Caffeine（咖啡因）浓度达到了 356 ng/L，位于五星和丰年的 Acetaminophen（醋氨酚）浓度也都达到了 150 ng/L 以上。Caffeine（咖啡因）的浓度分布与同处珠江流域的广州地区差异较大，各测点浓度均超过了其在广州的最大含量（10.8 ng/L）[15]。DEET（N，N-二乙基-3-甲基苯甲酰胺，即避蚊胺）以及 Sulfamethoxazole（磺胺甲噁唑）浓度也相对较高。Erithromycin-H_2O（红霉素）和 Carbamazepine（卡马西平）的浓度很低，基本都小于 1 ng/L。Carbamazepine（卡马西平）的浓度分布也与广州地区的分布有较大不同，各测点浓度均远远低于广州地区的最大含量（16.85 ng/L）[15]。Trimethoprim（甲氧苄氨嘧啶）的浓度基本小于 10 ng/L。总体而言，紫洞、新境、沙口、顺德水道、石湾、润石大桥、南围测点的 PPCPs 的含量相对较低。五星、丰年、新花港测点的 PPCPs 的含量较高。

北江流域饮用水源中 PPCPs 的分布表现出明显的空间分布不均特点，在同一流域不同饮用水源中检出的 PPCPs 水平呈现出较大的差异，这可能与饮用水源地周边地区经济发展程度、人口数量及

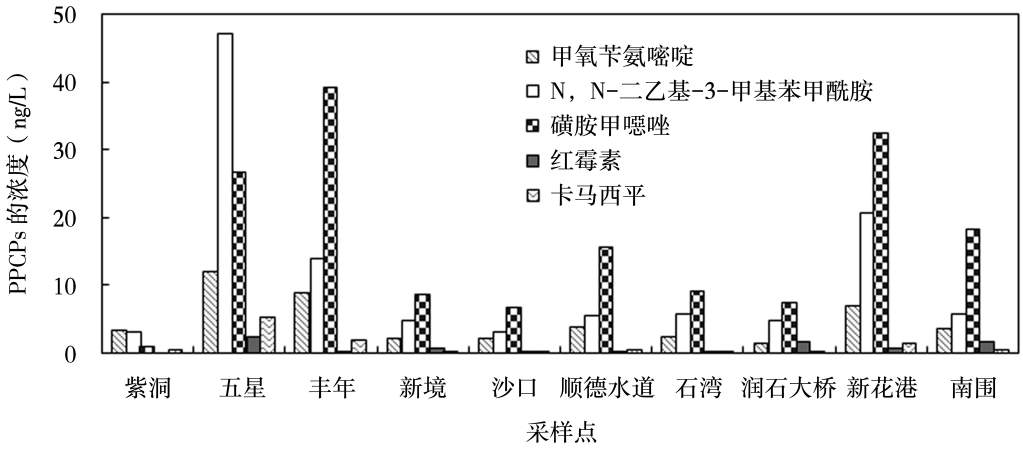


图 1 甲氧苄氨嘧啶、N，N-二乙基-3-甲基苯甲酰胺、磺胺甲噁唑、红霉素和卡马西平在北江流域的浓度分布

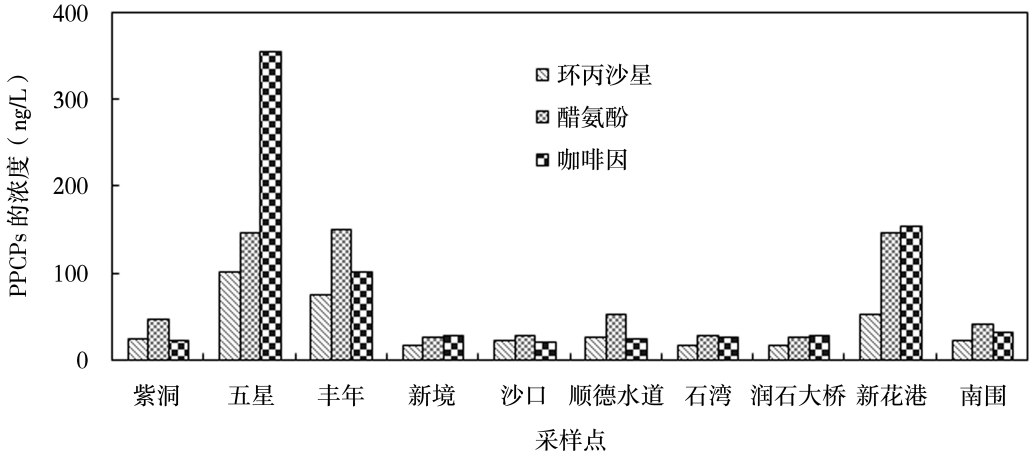


图 2 环丙沙星、醋氨酚和咖啡因在北江流域的浓度分布

密集程度、用药习惯以及饮用水源自然地理特性等因素有关[15]。

研究结果表明，北江流域的饮用水源水中确有 PPCPs 的存在，其在水中残留的浓度很低（为 ng/L 级别）。但表现出明显的空间分布不均特点。就 PPCPs 含量高低而言，五星、丰年以及新花港测点水质较差，紫洞、新境、沙口、石湾、润石大桥测点水质相对较好。

4 结论

（1）在北江流域所采集的 10 个测点的水样中均检出了不同浓度的 PPCPs。

（2）位于五星测点的 Caffeine（咖啡因）浓度最高，达到了 356 ng/L。

（3）就 PPCPs 含量高低而言，五星、丰年以及新花港测点水质较差；紫洞、新境、沙口、石湾、润石大桥测点水质相对较好。

5 参考文献

[1] Warner S, Hansen B, Stutzman E. PPCPs: An Unregulated Threat to the Environment. 2019.

[2] Dutta S, Wang K, Mou DJ. Comparative analysis of treatment

efficiency of PPCPs in wastewater and drinking water plant in Northeastern Ohio. 2019.

[3] Yang Y-Y, Zhao J-L, Liu Y-S, et al. Pharmaceuticals and personal care products (PPCPs) and artificial sweeteners (ASs) in surface and ground waters and their application as indication of wastewater contamination[J]. Science of the Total Environment 2018, 616: 816-823.

[4] Yao Z, Jiao W, Shao F, et al. Fabrication and characterization of amphiphilic magnetic water purification materials for efficient PPCPs removal[J]. ChemEng J 2019, 360: 511-518.

[5] Langford KH, Reid M, Thomas KV. Multi-residue screening of prioritised human pharmaceuticals, illicit drugs and bactericides in sediments and sludge[J]. Journal of Environmental Monitoring 2011, 13: 2284-2291.

[6] Barron L, Tobin J, Paull B. Multi-residue determination of pharmaceuticals in sludge and sludge enriched soils using pressurized liquid extraction, solid phase extraction and liquid chromatography with tandem mass spectrometry[J]. Journal of Environmental Monitoring 2008, 10: 353-361.

[7] Daughton CG, Ternes TA. Pharmaceuticals and personal care products in the environment: agents of subtle change?[J]. Environmental health perspectives 1999, 107: 907-938.

[8] Ternes TA, Joss A, Siegrist H. Peer reviewed: scrutinizing pharmaceuticals and personal care products in wastewater treatment[M]. ACS Publications, 2004.

[9] Ghosh GC, Okuda T, Yamashita N, et al. Occurrence and elimination of antibiotics at four sewage treatment plants in Japan and their effects on bacterial ammonia oxidation [J]. Water Science and Technology 2009, 59: 779-786.

[10] Yoon Y, Ryu J, Oh J, et al. Occurrence of endocrine disrupting compounds, pharmaceuticals, and personal care products in the Han River (Seoul, South Korea)[J]. Science of the Total Environment 2010, 408: 636-643.

[11] Rahman M, Yanful E, Jasim S. Occurrences of endocrine disrupting compounds and pharmaceuticals in the aquatic environment and their removal from drinking water: Challenges in the context of the developing world[J]. Desalination 2009, 248: 578-585.

[12] 何兰，陈伟宇. 北江下游河段的水文特征分析[J]. 佛山科学技术学院学报（自然科学版），2003，21（2）：67-69.

[13] 许振成，杨晓云，温勇，等. 北江中上游底泥重金属污染及其潜在生态危害评价[J]. 环境科学，2009（11）：3262-3268.

[14] 禤映雪，唐常源，曹英杰，等. 北江流域水化学时空变化及化学风化特征[J]. 环境科学研究，2018，31（6）：1078-1087.

[15] 丁紫荣. 珠三角地区典型污染源及地下水中药物与个人护理品的分布特征研究[D]. 长沙：湖南师范大学，2015.

A Preliminary Study on the Concentration Distribution Characteristics of Pharmaceutical and Personal Care Product Pollutants (PPCPs) in Beijiang River Basin

Wang Jianbin

Abstract Water samples from 10 points in the Beijiang river basin were collected. After pretreatment such as solid phase extraction, nitrogen blowing, and, the water samples were concentrated 2000 times, and the concentrations of eight typical PPCPs were determined by HPLC-MS. The results showed that different concentrations of PPCPs were detected in all water samples taken from the 10 points, and the highest concentration was Caffeine at Wuxing, which is reached 356 ng/L. In general, the content of PPCPs at three points, such as Wuxing, Fengnian and Xinhuagang, was relatively high, and the Zidong, Xinjing, Shakou, Shiwan and Runshi Bridges's content of PPCPs was relatively lower.

Key words personal care product pollutants (PPCPs)　Beijiang river basin　distribution

看生活垃圾如何变成“宝”

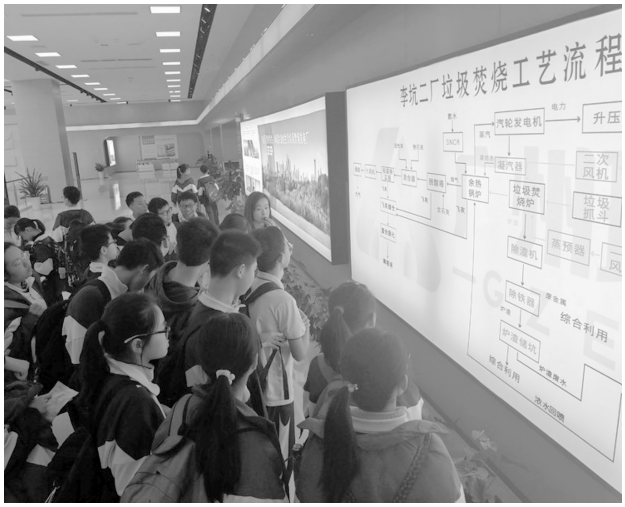
为了进一步提升学生的人文与科学素养，2019 年 1 月 10 日，我会组织广州市第九十八中学创新班参观了广州市第一资源焚烧发电厂。

广州市第一资源热力电厂是广州市首座垃圾焚烧发电厂，也是国内日处理规模最大的焚烧厂之一，日处理生活垃圾 3000 吨。广州市第一资源热力电厂凭借“高标准建设、高标准管理、高标准运营”，获得了多项国家级荣誉和社会各界的广泛赞誉，成为了广州市环保设施开放和宣传教育的一张亮丽名片。

学生参观了广州市第一资源热力电厂的生活垃圾焚烧处理工艺流程、设施实物和模型，观看了相关科普影片。在这里，垃圾通过一系列处理后变废为宝，不但能利用焚烧垃圾产生的余热回收发电，炉渣经处理后还能制成再生环保砖。在焚烧过程中产生的渗滤液也会在处理后，用于发电过程中循环冷却水系统，实现零污水排放。先进环保的资源循环理念和高科技设备，让同学们啧啧称奇。

通过参观，同学们对环境污染治理及生活垃圾分类知识有了进一步的了解，增强了环保意识，激发了爱科学、学科学的兴趣，更坚定了要学好科学文化知识的决心。

（广州市环境科学学会 供稿）



学生观看垃圾处理工艺流程

学生感受到垃圾处理的“震撼”

学生观看发电厂全景模型

学生观看垃圾处理监控室

广州市环境科学学会与晓园中学开展环境教育科普宣教实践活动

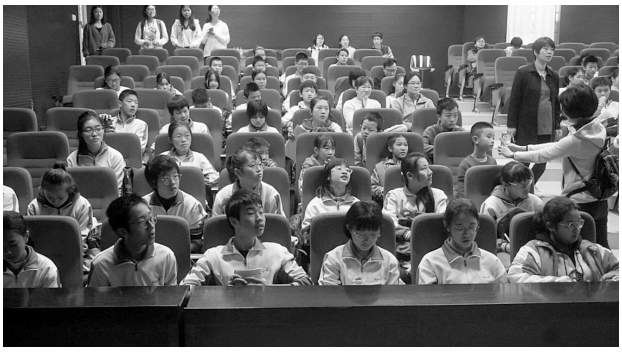
在广州市环境科学学会的支持下，广州市晓园中学于 2019 年 1 月 14 日组织了一批有科普兴趣和特长的优秀学生到华南师大标本馆及风行牛奶牧场开展科普宣教实践活动，让学生在实践活动中，提升学习生物等自然科学的兴趣，了解更多关于课本以外与生物相关的生活知识，了解身边的与生物学、科普实践有关的事业，在理论联系实践中更好提升核心素养。

1. 参观华师生命科学院

为什么要选择到华师参观？因为华师是广东省省属重点大学，是我国名牌大学之一，是中国 100 所首批联入 CERNET 和 Internet 网的高等院校之一。他为众多中小学输送了许许多多优秀的教育、教学人才。华师更是许多孩子的班主任、任课老师的母校。我们希望走进老师们的母校，参观一下老师当年学习的地方，感受一下老师们当年学习的氛围，体验当半天华师学子的荣耀。

连续十年被评为最受大学生欢迎老师的华师生科院肖智教授主讲《动物漫谈》，为大家一一解答一又一个奇葩的问题。鸡蛋是一个细胞吗？鸡蛋是怎么形成的？蜜蜂为什么老用前腿扫脑袋？螳螂为什么这么有杀伤力？蝴蝶为什么总迷恋一朵花？肖教授深入浅出地把螳螂的前肢比作折叠刀，蚊子的口器比作医生的针头，把苍蝇的舔吸式口器比作舌头，生动形象地向同学们解释了为什么动物的形态如此多样？什么是形态与功能相适应？同学们被肖教授幽默的讲解深深吸引，纷纷做好笔录，生怕有所遗漏。当肖教授介绍暗绿绣眼鸟用喙为幼仔清洁粪便时，还不失时机地引导孩子们学们感受母爱的无私，学会感恩。孩子们收获良多。

幸福满满的短暂半天学子游，怎能满足孩子们无尽的求知欲？孩子们从现在开始，加倍刻苦努力，希望日后真正能成为华师学子、成为老师的校友。



坐在华师的教室里——安静舒适

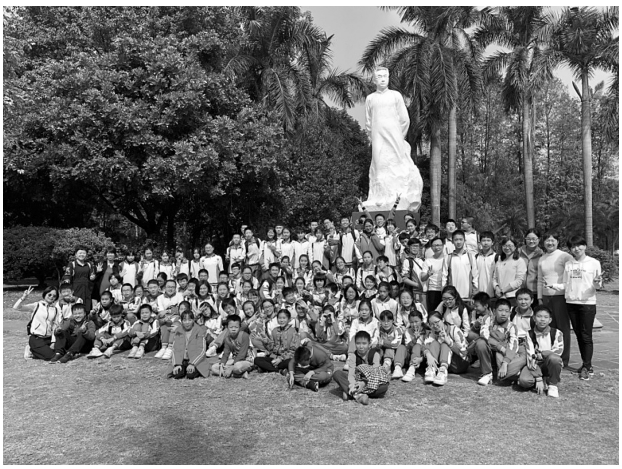
走在华师的校道上——阳光自信

走进华师生科院标本馆——动物世界真奇妙（1）

走进华师生科院标本馆——动物世界真奇妙（2）

听一节华师教授讲的课——聚精会神

在华师饭堂享用一顿华师学子的午餐——人间美味



在华师校园午后休憩——阳光和煦

2. 参观增城风行牛奶仙泉湖牧场

生活在大城市里的我们可知道，身上衣裳、口中食的来源吗？每日一盒新鲜浓稠的牛奶是怎样从牧场来到我们的餐桌上？为广州地区提供新鲜奶源的仙泉湖牧场的黄场长亲自为同学们介绍了许多风行牛奶之所以能确保优质的许多小秘密。例如：牛哞哞的家宽敞明亮、通风透气；牛哞哞听着音乐睡着暖床，吃的是进口的粮食，还能随时吃几口牛牛巧克力（牛方砖——营养添加剂）。牛牛们住得好、吃得好，牛奶的质量自然高。

牧场科普讲解与饲养车间

牧场参观科普活动

穿上隔离服，走进牛哞哞们温馨的家，孩子们了解到每头牛年产鲜奶 7 吨。牛牛们吃的是草，挤出的是奶，她们日日夜夜为我们无私奉献着。走进自动化挤奶车间，孩子们了解到牛场用先进的设备为牛牛们挤奶。牛奶从被挤出来一直到生产成为盒装奶都没有接触过空气，减少了牛奶被细菌污染的几率，而且牛奶被挤出来后立刻被降温至 4℃，以低温环境抑制细菌的生长。可见风行牛奶仙泉湖牧场的所有工作人员为了确保市民能喝到安全优质的牛奶，从奶牛的选择、饲养、挤奶、运输等方方面面都考虑周全、用心做到极致。他们的口号是：牛在身边，奶更新鲜。

每一滴鲜奶都来之不易，都凝聚了风行人的智慧和心血。我们必须格外珍惜每一滴牛奶。

（广州市环境科学学会 供稿）

亲近自然，收获满满——记广州市第十七中学学生参观环境教育基地活动

2019 年 1 月 16 日，广州市环境科学学会组织广州市第十七中学初一学子分批前往广州市增城区仙村镇风行牛奶仙泉湖牧场参观学习。

早上 8：00 和下午 13：00 初一级的同学分成两批乘坐大巴到达目的地，同学们带着满满的好奇心，精神饱满地穿上一套防菌服，开启了当日的参观。

大家先是参观了不同种类的奶牛，这个增城区共有 2700 头奶牛，不同的年龄阶段的奶牛都会分隔在不同的区域，提供不同的食物给它们，以便它们能更好的生长。

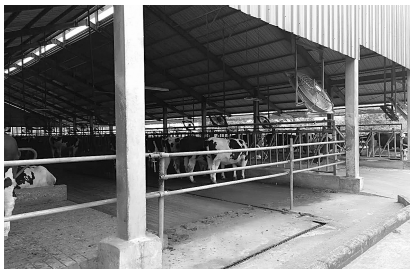
紧接着，学生们走到了自动化挤奶车间，了解到牛奶的生产过程：他们应用澳大利亚进口的机器一次为 32 头奶牛进行挤奶工作，先是用碘液给奶牛们的奶头进行消毒，第一次挤奶要观察奶牛们的奶是否有异样，那些有异样的奶是不可以加工为鲜奶的，挤出来没有问题的奶就开始用套杯挤奶，一头牛大概用 6 至 8 分钟进行挤奶，在挤奶的过程中会有洒水机和风扇同时运行，为奶牛降温。而挤出来的奶便通过蓝色的管道在 30 秒内从 37℃一路降温到 6℃，再到达加工区。每一次挤奶后都会有工作人员清洁机器，每一头奶牛都非常的有秩序。

后来同学们去到了粮食加工场，知道了奶牛是吃甘草，玉米籽的，它们还会喝山泉水，这样它们的奶才会更鲜甜。

最后同学们去到了一个田地，自己动手挖了一些萝卜和青菜，真是收获满满呢！

本次活动提高了同学们对生态环境的认识，培养对“垃圾分类、减量环保、低碳生活”的认知能力。为以后的低碳生活、保护环境，为幸福生活做奠基！做到习爷爷说的“绿水青山就是金山银山”。

（广州市环境科学学会 供稿）



牧场饲养车间

学生田间收获

牧场参观科普活动

广州市环境科学学会开展 2019 年度环境教育科普讲座活动

广州市环境科学学会分别于 3 月 4 日、3 月 11 日和 3 月 26 日，到广州市绿翠中学、黄埔中学和南沙区东涌中学开展环境教育科普讲座活动，讲座主题为“美丽中国 我是行动者”。我会邀请了环境教育专家吴觉生教授为讲座老师，吴教授用简洁的文字与生动的图片用 PPT 形式向学生们讲述了党的十九大报告中生态文明建设的含义，最后还与同学们进行互动问答，课堂气氛活跃，讲座旨在呼吁大家要过简约适度的生活方式。

（广州市环境科学学会 供稿）

绿翠中学科普讲座

黄埔中学科普讲座

南沙区东涌中学科普讲座

GUANGZHOU ENVIRONMENTAL SCIENCE

Vol.34 No.1 Jun.2019

广州环境科学 二〇一九年 第三十四卷 第一期

CONTENTS

Advances in Research on Water Quality Risk Management and Control Methods for Drinking Water Sources ····· *Hu Haofeng*, *Lin Shu*, *Zeng Fangtang*, *et al* (1)

Analysis of Quality Control Method of Free Acceleration Method in Exhaust Detection of Diesel Vehicles ····· *Li Jingming* (5)

Evaluation of the Exhaust Effect of Vehicles in Use by the Environmental Air Quality Standard ····· *Wu Chenmin*, *He Mingliang* (11)

Research on the Application of Inclined-Tube Modified Vertical Sedimentation Basin ····· *Min Hao*, *Wang Xiaochen* (15)

Discussion on Establishing and Improving the Community Environmental Protection Governance System——Guangzhou as an Example ····· *Li Mingguang*, *Deng Qingheng* (20)

Thought on Quality Problem of Data Filling in Household Survey Stage of the Second National Census of Pollution Sources ····· *Shao Liwen*, *Du Jianwei* (25)

Coding and Examples of Soil Sampling for Environmental Effect Assessment of Guangzhou Industrial Enterprise Site ····· *Cheng Xiaogu*, *Zhang Shengwei*, *Luo Haikun*, *et al* (30)

The Potential Application Value of Modern Molecular Biology Technology in Environmental Pollution Liability Identification ····· *Ceng Fanyin*, *Lei Wen* (35)

A Preliminary Study on the Concentration Distribution Characteristics of Pharmaceutical and Personal Care Product Pollutants (PPCPs) in Beijiang River Basin ····· *Wang Jianbin* (39)