

# 南方农产品产地环境防治系统工程与案例 ——以鄱阳湖为例

黄彩红, 席北斗, 袁文超, 唐朱睿

(中国环境科学研究院, 北京 100012)

**摘要:** 鄱阳湖平原作为长江中下游平原的重要组成部分, 是我国重要的商品粮生产基地, 总体环境质量较好, 土壤重金属污染处于中低等程度, 且污染点位占比较低。以鄱阳湖作为南方农产品产地环境防治的系统工程与案例, 与保护优先的环境保护理念相一致, 具有典型性和代表性。本文阐明了鄱阳湖平原的主要环境问题并解析其成因, 提出基于山水林田湖系统防治理念的环境质量提升对策和重点工程, 对于鄱阳湖流域农产品主产地的环境质量改善具有重要的指导意义。结果表明, 鄱阳湖平原环境污染以土壤重金属污染为主, 生活源污染占比增加, 畜禽养殖污染未能得到有效控制, 且工矿企业和土壤重金属背景值是引起污染的主要诱因。基于此, 应在以下三方面强化落实: 一是多环境要素有机结合, 强化系统防治与统一监管; 二是以水环境质量为核心, 提升管理精细化水平; 三是重视环境应急预案, 严控污染源进入土壤。

**关键词:** 鄱阳湖; 环境防治; 系统工程; 政策建议

**中图分类号:** S19 **文献标识码:** A

## Environmental Protection System Engineering and Case Studies of Agricultural Products Producing Areas in Southern China——Taking Poyang Lake as an Example

Huang Caihong, Xi Beidou, Yuan Wenchao, Tang Zhurui

(Chinese Research Academy of Environmental Sciences, Beijing 100012, China)

**Abstract:** As an important part of the Middle-Lower Yangtze Plain, the Poyang Lake Plain is an important commodity grain production base in China, with a good environmental quality, a low level of heavy metal pollution in soil, and a low ratio of pollution sites. Therefore, environmental protection system engineering in Poyang Lake agrees with the environmental protection concept of giving priority to protection, and could be a typical and representative case for the agricultural producing areas in Southern China. This paper clarifies the main environmental problems of the Poyang Lake Plain and analyzes the causes. It proposes environmental quality improvement measures and key projects based on a landscape-forest-lake systemic protection concept, which has important guiding significance for the improvement of environmental quality of the main agricultural producing areas in the Poyang Lake area. The results show that environmental pollution in the Poyang Lake Plain is dominated by heavy metal pollution in soil, the proportion of

收稿日期: 2018-08-20; 修回日期: 2018-08-26

通讯作者: 席北斗, 中国环境科学研究院, 研究员, 研究方向为村镇环境综合整治、固废资源化与地下水污染防治;

E-mail: xibd@craes.org.cn

资助项目: 中国工程院咨询项目“中国农业资源环境若干战略问题研究”(2016-ZD-10)

本刊网址: www.enginsci.cn

living-source pollution is increased, livestock and poultry breeding pollution has not yet been effectively curbed, and industrial and mining enterprises as well as the background value of heavy metals in soil are the main causes of pollution. Accordingly, measures should be implemented in the following three aspects. First, multiple environmental factors should be combined to strengthen systematic protection and unified supervision. Second, meticulous management should be performed by focusing on the water environment quality. Third, we should attach importance to environmental emergency plans and strictly control the pollution sources that may enter into the soil.

**Keywords:** Poyang Lake; environmental protection; system engineering; policy suggestions

## 一、前言

鄱阳湖是我国第一大淡水湖泊，位于江西省北部、长江南岸，上承赣、抚、信、饶、修五河之水，下接长江，跨南昌、南昌县、进贤、余干、鄱阳、都昌、湖口、九江、庐山、德安和永修等市县，是仅余的 3 个通江湖泊。鄱阳湖平原是以鄱阳湖为中心形成的冲积平原，面积约  $2 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。鄱阳湖流域与江西省行政区划范围高度吻合，为农业供给侧结构性改革责任主体——政府提供了统一规划管理空间。鄱阳湖流域的生态健康维系着流域内及长江中下游的生态安全，是我国经济、社会、生态可持续发展的重要保障。随着 2010 年 12 月 12 日国务院正式批复《鄱阳湖生态经济区规划》，标志着鄱阳湖流域内的生态建设已上升到国家战略。根据规划，鄱阳湖生态经济区的战略定位是：建设全国大湖流域综合开发示范区、长江中下游水生态安全保障区、加快中部崛起重要带动区和国际生态经济合作重要平台。此外，鄱阳湖平原作为长江中下游平原的重要组成部分，是我国重要的商品粮生产基地，总体上大气、水、土壤环境质量都处于中低等程度污染，且污染占比较低。因此，改善鄱阳湖流域环境质量，对于带动南方农产品产地环境质量“反降级”，保障农产品质量安全、长江流域生态安全及实施长江经济带国家发展战略具有重要意义。

## 二、鄱阳湖平原环境质量问题

### （一）环境污染以土壤重金属为主，且污染呈加重趋势

江西省降水年均 pH 值为 5.26，酸雨污染仍较严重，景德镇市、鹰潭市和抚州市酸雨频率大于 80%，南昌市酸雨频率为 100%。鄱阳湖流域总体水环境质量较好，赣江等五河 I~III 类水质断面比例均在 80% 以上，鄱阳湖水水质轻度污染，I~III 类

水质断面比例为 17.6%，富营养化程度为中营养，主要污染物均为总磷。土壤表层重金属中度污染样本比例为 13.81%，重度和严重污染比例为 0.35%，超标区域主要分布在上饶市、南昌市、乐平市、高安市、樟树市、彭泽县及九江市等地区，主要污染物是 Cd、Hg、Ni。采用 Hakanson 指数法评价土壤重金属污染的潜在生态风险，南昌市、南昌县、余干县、新余市和彭泽县处于中高风险区，其他地区均为低等生态风险区。

### （二）点源与面源污染并存，生活源污染占比增加

从污染源分布看，鄱阳湖流域点源与面源污染并存。江西省种植业、畜禽养殖业和水产养殖业的总体布局，基本上结合了全省地形地貌和水系分布，较为充分地利用了自然资源和生态环境优势。但是，由于“五河一湖”区域产业发展规模过大、集约化程度过高，导致鄱阳湖流域环境胁迫度增加，赣江是主要污染来源。2015 年，江西省化学需氧量（COD）工业、农业、城镇生活排放量分别占总排放量的 12.86%、30.67% 和 55.41%，氨氮排放量分别占总排放量的 10.64%、32.62% 和 55.91%。生活源污染已超越农业源和工业源，成为最大的污染源。此外，土壤重金属超标区域主要集中在工业城市周边及环湖区，工矿企业、养殖业和种植业均有不同程度贡献 [1]，COD、总磷的产生量与排放量主要来源于畜禽养殖业，总氮、氨氮的产生量和排放量主要来源于种植业。

### （三）畜禽养殖污染未能得到有效控制

江西省畜禽养殖以养猪为主，规模化畜禽养殖大多分布于区域受纳水体周边，粪便等废弃物直接或间接排入水库、河流和湖泊等受纳水体，恶化水环境。猪养殖所产生和排放的污染物是畜禽养殖污染物产生和排放的主体 [2]。根据普查，江西省畜禽养殖 COD 产生量为  $7.916 \times 10^5 \text{ t}$ ，占全省农业

源 COD 产生量的 97.0%，畜禽养殖 COD 排放量为  $2.676 \times 10^5$  t，占全省农业源 COD 排放量的 94.0%；畜禽养殖总磷产生量为  $8.759 \times 10^3$  t，占全省农业源总磷产生量的 64.2%，畜禽养殖总磷排放量为  $3.35 \times 10^3$  t，占全省农业源总磷排放量的 41.4%；江西省畜禽养殖总氮产生量为  $4.97 \times 10^4$  t，占全省农业源总氮产生量的 51.7%，畜禽养殖总氮排放量为  $2.27 \times 10^4$  t，占全省农业源总氮排放量的 33.2%；江西省畜禽养殖氨氮产生量为  $6.094 \times 10^3$  t，占全省农业源氨氮产生量的 49.7%，畜禽养殖氨氮排放量为  $2.864 \times 10^3$  t，占全省农业源氨氮排放量的 32.1% [3]。因此，需要加强畜禽养殖污染物的处理处置，特别是进行资源化利用，以减少污染物排放量。

### 三、土壤重金属污染来源解析

#### (一) 土壤重金属背景值与化学形态

成土母质是影响农产品产地土壤重金属含量的内在因素，江西省 Pb、Cd、Hg、As 背景值高于全国平均值，Cr 和 Ni 背景值低于全国平均值，Cd 背景值 (0.108 mg/kg) 为全国平均值的 1.8 倍。此外，土壤重金属污染不仅要考虑其含量，更有必要研究其在土壤中的化学形态和生物有效性。弓晓峰等 [4] 采用 Tessier 法研究鄱阳湖湿地土壤重金属的化学形态，结果表明，鄱阳湖湿地土壤中 Cu、Pb、Zn、Cd 主要是有机态和残渣态，分别占总量的 92.88%、89.88%、91.15% 和 30.8%；水溶态和交

换态等生物有效性含量很少，只占 1.82%、1.32%、1.13% 和 3.7%。但胡宁静等 [5] 通过对贵溪冶炼厂周边农田的调查分析，贵溪市污灌水田土壤中 Cu 以有机态为主，Zn、Pb 主要是残渣态，Cd 的水溶态占 86.06%；Cu、Zn、Cd、Pb 元素的水溶态和离子交换态相对正常土壤高出许多，土壤中的可利用态和潜在可利用态的比例较大，不可利用态较低，其中  $Cd > Cu > Zn > Pb$ 。说明冶炼厂废水排放是周边农田土壤重金属主要来源，尤其是土壤中的 Cd 和 Cu。将土壤重金属的总量降低、有效态和生物效应相结合，是土壤环境质量评价的发展方向。

#### (二) 鄱阳湖平原涉重工矿企业

土壤重金属污染来源极为复杂，其主要受成土母质及人类活动的影响。成土母质是影响农产品产地土壤重金属含量的内在因素，而随着经济社会的发展，人类活动已超过自然来源对农产品产地土壤重金属含量的贡献。从国内外多年的研究成果来看，工业污染排放、污水灌溉、大气沉降以及污泥、农药、肥料、农膜、地膜的农田施用等已成为我国农产品产地土壤重金属污染的来源，重度污染区基本都集中在工矿企业周边，如德兴等地。基于此，重点分析了涉重工矿企业的数量、分布与类型。

江西省矿产丰富，辖区内朱溪钨铜矿三氧化钨资源量为  $2.86 \times 10^6$  t，是世界上最大的钨铜矿。2012 年以来，国有控股涉重企业数量始终维持在较高水平，污水处理厂监控数量逐年增加 (见图 1)。

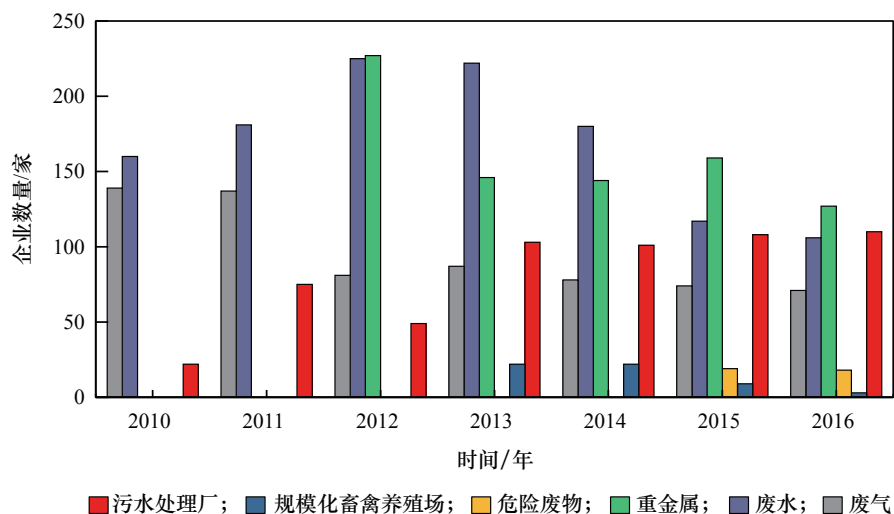


图 1 不同年份江西省国家重点监控企业类型

从区域分布来看,江西省国有控股涉重企业主要集中在赣州(72家,占45%)、上饶(29家)和宜春(15家),3个城市涉重企业占总数的72%。从行业分布来看,江西省重金属国有控股企业中有色冶炼及压延业(53家)和有色金属矿采选业(48家)占总数的63%,电气机械及器材制造业企业有34家,化工及产品加工企业有5家。赣州、吉安、萍乡、宜春、新余均处于赣江流域,上饶为信河上游,该地区矿产资源开发利用过程中引发的环境问题,对下游鄱阳湖及鄱阳湖平原影响显著。

在重点城市中,作为江西“北大门”的九江市,地处鄱阳湖入长江之口,矿业是九江的新型支柱产业之一,全市现有有色金属、建材、化工、冶金四大矿产工业体系。九江重金属国有控股企业中有色金属冶炼及压延业企业有5家,占比为42%;有色金属矿采选业企业有4家,占比为33%。南昌市位于江西中部偏北,赣江之畔,平原面积占35.8%。南昌市重金属国有控股企业均为有色金属冶炼及压延业,矿业活动对辖区内水质与土壤重金属污染具有重要影响,矿山废石堆的硫化矿物是造成严重酸雨的主要致酸物质来源。新余市位于江西省中西部,地处南昌、长沙两座省会城市之间,是江西省经济最发达、城市化水平最高的城市。新余市重金属国有控股企业类型为化工及产品加工和其他类别,总数为4家,且规模不大,表明该地区除涉重企业外,仍存在生活源或农业源等多种类型企业。

## 四、鄱阳湖平原环境质量提升对策

### (一) 多环境要素有机结合,强化系统防治与统一监管

以“山水林田湖是一个生命共同体”的重要理念指导开展鄱阳湖平原生态环境保护工作,有机整合各类资金,考虑“水、土、气、生、人”多种环境要素,真正改变治山、治水、护田各自为战的工作格局,形成山江湖系统防治模式。加快农产品产地生态环境保护体制改革,按照权责明确、监管有效的要求,打破部门分割和区域分割的约束,以江西省农业局为主导责任部门,统一保护、规划、监测,实现对鄱阳湖平原生态环境的整体保护和统一监管。此外,加强鄱阳湖流域基础设施建设及产地环境与农产品协同监测力

度,强化流域、区域联防联控,提升监管的法制化和信息化水平。

### (二) 以水环境质量为核心,提升管理精细化水平

建议继续升级保护力度,高度重视未污染、轻污染区域,并以鄱阳湖流域水环境质量为准绳,制约鄱阳湖平原农业发展布局,以环境质量底线管控思维促进区域农业绿色发展理念,保障鄱阳湖平原环境质量“反降级”。全面开展鄱阳湖平原土壤生态风险等级分区工作,实施鄱阳湖平原土壤污染的分区、分级综合治理。针对不同区域、不同风险等级,构建精细化环境管理单元,形成鄱阳湖平原生态环境分区管理体系,推进实施差别化环境准入,提升综合管理能力。

### (三) 重视环境应急预案,严控污染源进入土壤

随着鄱阳湖与长江江湖关系的进一步变化,年内“极高水位”和“极低水位”出现频率增加,在不同水情下,湖泊沉积物的重金属含量和生态风险的空间分布将呈现出明显的两极分化,且过渡的时间间隔缩短,丰水期南部湖区和枯水期北部湖区的污染将更加集中,再加上环境污染导致的环境效应具有滞后性,一旦暴发,将无法逆转。因此,在鄱阳湖区域各项环境治理工程实施前,应充分考虑实情,设置相应的应急预案,避免污染源进入土壤。此外,定期评价已建成工矿企业、养殖厂等环境影响,从源头上控制污染源进入环境。

## 五、重点工程

### (一) 针对不同污染源,实施精准防治工程,重点控制生活源辐射污染

重点治理赣江流域污染,强化南昌、上饶、新余、景德镇、鹰潭、赣州、九江等地区的精准防治工程,大力推广绿色生产和生态治理模式,继续推进农村环境综合整治,加大生活污染源精准防治力度,开展煤炭洗选加工和燃煤小锅炉整治工程,推行垃圾分类投放、收集、综合循环利用,整治非正规垃圾填埋场;将双垄集雨保墒、膜下滴灌、水肥一体化等节水保水灌溉技术与化肥农药等农业投入品施用量有机结合,建立废弃农膜、农药包装废弃物回收和综合利用网络,



加强规范规模以下畜禽粪便处理利用设施建设, 削减农业面源污染。

## (二) 针对不同污染程度, 实施风险管控工程, 建立系统的农产品产地环境科技创新、环保标准体系和环境技术管理体系

以风险管控为核心, 探索农产品产地环境质量改善实践经验, 有效防范环境和人体健康风险。建立以水利工程、生物工程和农业技术相结合的区域或流域系统综合治理模式; 制定环境风险管控方案, 重点监测评价产地环境土壤、水体和空气中的主要污染物——重金属; 加强矿区、油田、工业企业搬迁遗留遗弃场地、大型工程建设影响区、农田土壤、废弃物堆存堆放场地、放射性核素等类型土壤污染诊断和风险评估, 加强监测设备和修复新技术研究; 推进土壤环境保护制度创新, 最终形成一整套可复制、可推广的污染防治技术、工程、管理综合模式。

### 参考文献

- [1] 徐昌旭, 苏全平, 李建国, 等. 江西耕地土壤重金属含量与污染状况评价 [C]. 海拉尔: 全国耕地土壤污染监测与评价技术研讨会, 2006.
- [2] Xu C X, Su Q P, Li J G, et al. Evaluation of heavy metal content and pollution status of cultivated soil in Jiangxi [C]. Hailar: National Symposium on Soil Pollution Monitoring and Evaluation of Cultivated Land, 2006.
- [2] 魏源送, 郑嘉熹, 陈梅雪, 等. 江西生猪养殖与污染现状及对策 [J]. 江西科学, 2015, 33(6): 938-943.
- [2] Wei Y S, Zheng J X, Chen M X, et al. Actualities and countermeasures of pig-breeding industry and its pollution in Jiangxi Province [J]. Jiangxi Science, 2015, 33(6): 938-943.
- [3] 中华人民共和国农业农村部, 生态环境部, 国家统计局. 第一次全国污染源普查公报 [R]. 北京: 中华人民共和国农业农村部, 生态环境部, 国家统计局, 2010.
- [3] Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Ministry of Ecology and Environment, National Bureau of Statistics of the PRC. First national pollution source survey bulletin [R]. Beijing: Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Ministry of Ecology and Environment, National Bureau of Statistics of the PRC, 2010.
- [4] 弓晓峰, 黄志中, 张静, 等. 鄱阳湖湿地土壤中Cu、Zn、Pb、Cd形态研究 [J]. 农业环境科学学报, 2006, 25(2): 388-392.
- [4] Gong X F, Huang Z Z, Zhang J, et al. Speciation of Cu, Zn, Pb, Cd in the wetland of Poyang Lake [J]. Journal of Agro-Environment Science, 2006, 25(2): 388-392.
- [5] 胡宁静. 贵溪地区污灌水稻土重金属环境地球化学研究与环境评价 [D]. 成都: 成都理工大学(硕士学位论文), 2003.
- [5] Hu N J. Study on environmental geochemistry of heavy metal and assessment in sewage-irrigated paddy soil in Guixi region [D]. Chengdu: Chengdu University of Technology (Master's thesis), 2003.