

农村环境监测的布点原则与指标优化研究

赵晓军¹, 王晓斐¹, 孙 聪¹, 郝英群², 毕军平³, 廖岳华³, 周扣洪⁴, 张宗祥⁴, 陆泗进¹

1. 中国环境监测总站, 北京 100012
2. 江苏省环境监测中心, 江苏 南京 210036
3. 湖南省环境监测中心站, 湖南 长沙 410014
4. 泰州市环境监测中心站, 江苏 泰州 225300

摘 要:通过对农村环境污染特征分析,结合试点村庄的现场调研,确定了农村环境质量监测的点位布设原则,并以267个村庄环境质量监测结果为基础,结合城市现有监测指标,对农村环境质量的监测指标进行了优化,为构建农村环境质量监测技术体系奠定了良好基础。

关键词:农村环境;布点原则;指标优化

中图分类号:X830.1 文献标志码:A 文章编号:1002-6002(2012)06-0128-06

Research on Location Norms and Index Optimization for Rural Environmental Monitoring

ZHAO Xiao-jun¹, WANG Xiao-wen¹, SUN Cong¹, HAO Ying-qun², BI Jun-ping³, LIAO Yue-hua³, ZHOU Kou-hong⁴, ZHANG Zong-xiang⁴, LU Si-jin¹

1. China National Environmental Monitoring Centre, Beijing 100012, China
2. Jiangsu Province Environmental Monitoring Centre, Nanjing 210036, China
3. Hunan Province Environmental Monitoring Centre, Changsha 410014, China
4. Taizhou Environmental Monitoring Centre, Taizhou 225300, China

Abstract: The location norms for rural environmental monitoring were chosen according to the analysis on the character of rural environment and research of experimental villages. On the monitoring results of 267 villages, the index system for rural environment was optimized in combination with the one for city environment. The work provided a favorable suggestion for the establishment of index system of rural environment monitoring.

Key words: rural environment; location norms; index optimization

我国是发展中的农业大国,绝大多数自然资源开发利用活动发生在农村,经济发展的同时,农

村所面临的环境问题日趋严重。农村环境污染源主要来自农业化学品施入、畜禽养殖、酸雨沉降和

收稿日期:2011-10-28; 修订日期:2012-02-20

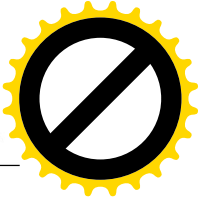
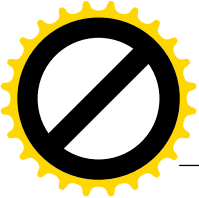
基金项目:中国环境监测总站科技转型项目(CNEMC-ZXKY2009-034)

作者简介:赵晓军(1959-),男,黑龙江拜泉人,本科,研究员。

- [2] 张照录,崔继红,张录强,等. 农村生活污染特点与快速调查方法[J]. 安徽农业科学,2011,39(22): 13 656-13 657.
- [3] 王焕升,王凯军,崔志峰,等. 中国农村地区生活污染调查及控制模式探讨[J]. 中国给水排水,2008,24(20):20-23.
- [4] 李莹. 怎样开展农业和农村环境统计[N]. 中国环境报,2011-11-22(1).
- [5] Markus B. Small wastewater treatment plants-A challenge to wastewater engineers[J]. Water Science and Technology, 1997, 35: 1-12.
- [6] 冯庆,王晓燕,王连荣. 水源保护区农村生活污染

排放特征研究[J]. 安徽农业科学,2009,37(24): 11 681-11 685.

- [7] 中华人民共和国环境保护部. 第一次全国污染源普查技术规定:重点流域农村生活源调查技术规定[Z]. 2007.
- [8] Ding X W, Shen Z Y, Hong Q, et al. Development and test of the Export Coefficient Model in the Upper Reach of the Yangtze River[J]. Journal of Hydrology, 2010, 383(3/4): 233-244.
- [9] 沈珍瑶,刘瑞民,丁晓雯,等. 长江上游非点源污染特征及其变化规律[M]. 北京:科学出版社,2008: 33-39.



生活排放等污染。由于农村环境污染具有排放主体分散隐蔽、排污随机、难以控制、不易监测等特点,不能完全沿用城市现有监测方法、评价标准、末端治理以及总量控制等方式对农村进行监督管理。因此,建立农村环境监测技术方法十分必要。

1 国内外农村环境监测现状

长期以来,欧美、日本等发达国家在农村环境污染控制方面进行了很多探索,多采用最佳可用技术(BAT)和污染排放指标限制等手段对农村和农业生产过程进行管控^[1]。由于农村环境污染面积大且极具分散性的特点,导致监测和治理的成本极高,成为困扰各国的普遍难题,到目前为止,国外各国在农村环境质量监测和信息发布方面工作甚少。我国的环境质量监测工作多年来主要是围绕城市的大气和水环境保护开展的,经过30多年的发展,我国已经形成了一套比较完整的关于城市环境质量监测布点采样和分析评价技术体系;而农村环境质量监测起步较晚,从2009年起中国环境监测总站组织在全国以村庄为单元,开展了农村环境空气、水、土壤等环境要素的监测和评价,现已对全国近300个“以奖促治”村庄进行了调查监测,推动了农村环境监测工作的向前发展。然而,我国农村环境质量布点原则与监测指标尚未形成全国统一的技术规范,这严重制约了农村环境监测工作的全面科学开展。

2 我国农村环境污染状况分析

2.1 农业生产性面源污染问题

我国农村耕地由于长期过量使用化肥、农药、农膜,同时受污水灌溉以及工业粉尘、酸雨沉降等污染,导致污染物在土壤中大量残留,直接影响土壤生态系统的结构和功能。国务院第一次全国污染源普查结果表明,农业面源在整个污染源中占据相当大的比例,农业源中总氮、总磷分别占全国排放总量的57.2%和67.3%,农业源化学需氧量占排放总量的43.7%。

2.2 乡镇工业企业污染加剧

近30多年来,以乡镇企业为主体的农村工业化,实际上是一种以低技术含量追求高产量的粗放经营,是以牺牲环境为代价的工业化。据调查统计^[2-4],目前全国乡镇企业废水、废气和固体废弃物排放量各占全国废水、废气和固体废弃物排放总量的21%、23.9%和37.4%。工业废气的净化处理率仅为城市的2/5。

2.3 农村饮用水源问题

目前,农村用水水源性缺水和水质性缺水并存,主要表现为供水保证率低、水质不达标、水型地方病严重等。我国一些沿江农村地区,由于受大量工业污水和城市生活污水的污染,出现了“癌症高发村”。据初步统计^[5],农村自来水普及率尚不到40%,约有3.2亿农村人口饮水不安全,饮水不安全导致一些农村地区疾病流行。

2.4 生活居住环境卫生问题

我国大部分农村地区没有专门的环境基础设施。生活污水、垃圾、人畜粪便、养殖废物、农业废物任意排放,村庄环境“脏乱差”问题突出。据测算,全国农村一年内产生生活性垃圾近3亿t左右^[6],且成分复杂,全国96%以上的村庄没有污水收集和处理系统,造成了周边地表水、地下水的严重污染。

2.5 规模化畜禽养殖污染问题

随着我国畜禽养殖能力大幅度提高,畜禽养殖业的污水、粪便等废弃物大量增加。据初步估算^[7],每年畜禽粪便排放总量达25亿t,大多数养殖场粪便、污水的贮运和处理能力不足,许多规模化养殖场没有污染防治设施,大量粪便、污水未经有效处理直接排入水体,造成严重的环境污染。

3 农村环境监测的布点原则和采样方法

3.1 布点原则

通过对2009—2010年全国267个村庄的监测结果分析和对10个不同类型村庄的现场深入调研,确定了农村环境监测布点基本原则:

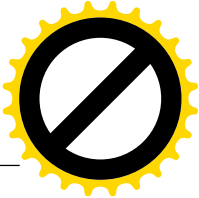
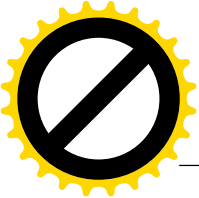
1) 科学性原则。农村环境质量监测是一项多指标,多要素的综合性监测与评价工作,全面科学考虑各类农村污染源对生态环境和人体健康的影响是布点的重要原则之一。

2) 代表性原则。农村地域广阔,污染来源分散,污染类型多样化,布设监测点位尽可能使同一采样区域内差异性要小,性质相对一致,不同采样区域内差异性尽可能大,避开极端环境,使其真正反映该农村地域的环境质量。

3) 可比性原则。我国广大农村地区自然地理环境千差万别,农村经济发展水平参差不齐,布设点位要尽量考虑全国不同村庄点位条件的同一性和可比性,同时,最大限度节约采样成本。

4) 针对性原则。农村环境监测应该充分考虑各类农业源污染物排放和扩散特征,针对目标污染物,采用有针对性的布点方法。

5) 连续性原则。农村环境监测是一项长期的工作任务,点位布设既要立足当前,又要面向长远,保证监测点位的连续性是保证监测数据更好



地反映不同历史时期环境状况的基本保障。

3.2 采样方法

基于我国现有标准和技术规范,结合农村污染源分布特征,充分考虑开展农村环境监测的技术力量和能力水平,分别确定了以行政村庄为监测单元的水、空气、土壤的采样方法。

3.2.1 饮用水源地采样方法

在集中式饮用水源地取水口附近布点监测。水源地为地表河流时,水深不足 1 m 的,在 1/2 水深处采样;水深在 1~5 m 的,在水面下 0.5 m 处采样;水深在 5~10 m 的,在水面下 0.5 m 和河底上 0.5 m 处采混合样;水深大于 10 m 的,在水面下 0.5 m、1/2 水深和河底上 0.5 m 处采混合样。水源地为湖泊、水库时,在水面下 0.5 m 处采样。水源地为地下水(井水、泉水)时,在水源地取水口处直接采样。

3.2.2 村庄河流(水库)采样方法

农村地表河流(水库)等按《地表水和污水监测技术规范》(HJ/T 91—2002)中控制断面的要求布设监测断面(点),断面(点)监测不设垂线不分层,在江河的中泓、库体采表层水(水面下 0.5 m 处),水深不足 0.5 m 时,在水深 1/2 处采样,采样点应尽量避免污染源排污口。村级以上河流监

测断面(点)设在流经自然村的主要河流下游 500 m 处,滞流河流选择在村任意一端的 500 m 处,河长在 1 km 范围内滞流河流不监测。

3.2.3 空气采样方法

共选择 3 个测点进行监测:首先选择农村居民聚集区中心点布设 1 个采样点,然后在当季主导风向的上风向 500~1 000 m 和下风向 500~1 000 m 各布设采样点 1 个。采样点周围空间应开阔,要避开局地污染源和树木的影响。

3.2.4 土壤采样方法

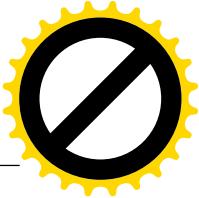
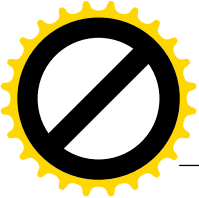
以村为单元,菜地布设 3 个监测点位,基本农田布设 3 个监测点位,重点污染场地布设 3 个监测点位。采集 0~20 cm 表层土壤,采样量为 1 kg。

4 农村环境质量监测指标优化方案

经试点村庄实际调研,结合国内外相关技术标准和全国农村环境监测结果,综合考虑全国农村环境监测能力及任务可达性,最终确定农村环境质量监测指标优化方案(见表 1)。其中选测项目暂定为 3 年监测一次。对于每一个监测点位,首次监测时必测和选测项目均需全测,选测项目若出现超标则转为必测。

表 1 农村环境质量监测指标优化方案

项目	地表饮用水源监测 指标(20+8 项)	地下饮用水源监测 指标(16+7 项)	村庄河流监测指标 (20+8 项)	土壤监测指标 (8+10 项)	农村空气监测指标 (3 项)
必测项目	pH	pH	pH	pH	二氧化硫
	水温	总硬度	溶解氧	阳离子交换量	二氧化氮
	五日生化需氧量	硫酸盐	高锰酸盐指数	镉	可吸入颗粒物
	高锰酸盐指数	氯化物	五日生化需氧量	汞	
	溶解氧	铁	氨氮	砷	
	氨氮	锰	总磷	铅	
	总磷	挥发酚	锌	铬	
	阴离子表面活性剂	阴离子合成洗涤剂	阴离子表面活性剂	苯并[a]芘	
	氟化物	高锰酸盐指数	汞		
	砷	硝酸盐	镉		
	汞	亚硝酸	六价铬		
	镉	氨氮	氟化物		
	六价铬	氟化物	挥发酚		
	硝酸盐	硒	石油类		
	铁	铅	氟化物		
	锰	总大肠菌群	硫化物		
	挥发酚		氯化物		
	石油类		硝酸盐		
	总氮		铁		
	粪大肠菌群		锰		
选测项目	铜	铜	水温		
	锌	锌	总氮		
	硒	砷	粪大肠菌群		
	六价铬	汞	铜		
	铅	六价铬	硒		
	硫化物	镉	砷		
	硫酸盐	氟化物	铅		
	氯化物		硫酸盐		



5 监测指标优化说明

5.1 饮用水监测指标

现有城市饮用水、地表水监测项目为《地表水环境质量标准》(GB 3838—2002)中表1和表2的监测项目以及表3特定项目中的前35项,共64项;湖库型加测透明度、叶绿素a及悬浮物。地下水饮用水源地监测《地下水质量标准》(GB/T 14848—1993)中23项。

2009年全国农村村庄共监测124个地表饮用水源地点位,主要超标指标为铁和粪大肠菌群;地下水饮用水源地99个,主要超标指标为总大肠菌群、氟化物、亚硝酸盐、氨氮和铁(见表2、表3)。2010年共监测地表饮用水源地点位337个,主要超标指标为氨氮、铁、五日生化需氧量、溶解氧和粪大肠菌群。地下水饮用水源地监测点位182个,主要超标指标为总大肠菌群、氟化物、氨氮和硝酸盐(见表2、表3)。

表2 全国试点村庄饮用水监测项目超标情况

2010 年				2009 年			
超标项目	监测点 位数/个	超标点 位数/个	超标率 /%	超标项目	监测点 位数/个	超标点 位数/个	超标率 /%
氨氮	88	10	11.36	铁	21	3	14.3
铁	80	7	8.75	粪大肠菌群	24	2	8.3
五日生化需氧量	83	7	8.43	五日生化需氧量	25	1	4.0
溶解氧	83	7	8.43	石油类	25	1	4.0
粪大肠菌群	81	6	7.41	锰	20	1	5.0
总磷	82	5	6.10				
石油类	82	5	6.10				
高锰酸盐指数	88	4	4.55				
锰	79	3	3.80				
阴离子表面活性剂	84	2	2.38				
硝酸盐	86	2	2.33				
氟化物	88	1	1.14				
挥发酚	88	1	1.14				

表3 全国试点村庄地下水饮用水监测项目超标情况

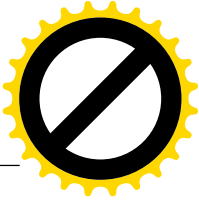
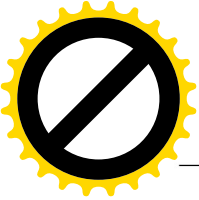
2010 年				2009 年			
超标项目	监测点 位数/个	超标点 位数/个	超标率 /%	超标项目	监测点 位数/个	超标点 位数/个	超标率 /%
总大肠菌群	175	41	23.43	总大肠菌群	95	26	27.40
氟化物	181	24	13.26	氟化物	99	19	19.20
氨氮	182	17	9.34	亚硝酸盐	97	11	11.30
硝酸盐	179	13	7.26	氨氮	99	11	11.10
铁	179	13	7.26	总硬度	98	9	9.20
锰	178	12	6.74	锰	96	8	8.30
总硬度	181	12	6.63	高锰酸盐指数	99	8	8.10
硫酸盐	181	10	5.52	硝酸盐	97	5	5.20
高锰酸盐指数	181	6	3.31	pH	98	4	4.10
pH	182	6	3.30	挥发酚	98	3	3.10
亚硝酸盐	175	4	2.29	硫酸盐	97	2	2.10
硒	175	3	1.71	氯化物	98	2	2.00
阴离子合成洗涤剂	172	1	0.58	阴离子合成洗涤剂	93	1	1.10
铅	176	1	0.57	铁	97	1	1.00
氯化物	180	1	0.56				
挥发酚	181	2	1.10				

根据本项目监测结果,结合表2和表3中全国农村饮用水的超标情况及国内外相关技术资料,以2年监测不超标为主要依据,确定地表水饮用水源28项指标中选测指标为铜、锌、硒、六价铬、铅、硫化物、硫酸盐、氯化物等8项。地下水饮

用水源23项指标中选测指标为铜、锌、砷、镉、汞、六价铬、氰化物等7项。

5.2 地表水水质监测指标

现有城市地表水水质监测指标为《地表水环境质量标准》(GB 3838—2002)中规定的基本指



标 28 项。河流加测电导率、水位、流量,出入湖河流、省市界断面加测流向,湖库加测水位、透明度、总磷、总氮、叶绿素 a 及悬浮物。

2009 年共监测了 77 个地表水点位,总体水质为中度污染,主要超标项目为高锰酸盐指数、粪

大肠菌群和总磷。2010 年共监测 299 个地表水监测点位(断面),全国村庄地表水监测总体水质为中度污染,主要超标指标为粪大肠菌群、氨氮、五日生化需氧量、总磷和高锰酸盐指数(见表 4)。

表 4 全国试点村庄地表水(河流水库)项目超标情况

2010 年				2009 年			
超标项目	监测点 位数/个	超标点 位数/个	超标率 /%	超标项目	监测点 位数/个	超标点 位数/个	超标率 /%
粪大肠菌群	198	45	22.73	高锰酸盐指数	77	49	63.60
氨氮	200	44	22.00	粪大肠菌群	74	23	31.10
五日生化需氧量	198	40	20.20	总磷	77	22	28.60
总磷	199	39	19.60	石油类	77	18	23.40
高锰酸盐指数	197	38	19.29	五日生化需氧量	77	16	20.80
石油类	197	33	16.75	溶解氧	77	15	19.50
溶解氧	197	30	15.23	氨氮	77	15	19.50
锰	185	20	10.81	阴离子表面活性剂	76	6	7.90
铁	186	17	9.14	氟化物	77	6	7.80
氟化物	198	15	7.58	挥发酚	77	6	7.80
挥发酚	199	12	6.03	汞	74	3	4.10
阴离子表面活性剂	196	7	3.57	硫化物	76	3	3.90
硫化物	194	4	2.06	镉	77	1	1.30
氯化物	188	5	2.66	六价铬	77	1	1.30
硝酸盐	191	6	3.14	铅	77	1	1.30
汞	198	3	1.52	氰化物	77	1	1.30
锌	194	2	1.03				
铬六价	198	2	1.01				
pH	200	2	1.00				
镉	197	1	0.51				
总氮(湖、库)	25	9	36.00				

经村庄实际调研和连续 2 年全国 376 个地表水点位的实际监测,以 2 年监测不超标为主要依据,综合考虑全国农村环境监测能力,确定农村地表水环境质量的选测指标为水温、总氮、粪大肠菌群、铜、硒、砷、铅、硫酸盐等 8 项,其中水温、总氮、粪大肠菌群作为参考指标单独评价。

5.3 空气监测指标

现有城市空气质量监测基本采用自动监测形式,监测指标主要是 SO_2 、 NO_2 和 PM_{10} 。另外,个别地区根据需要也有加测 CO 、 O_3 、VOC、大气压、气象五参数(风速、风向、气压、温度、湿度)等指标的情况。当前,农村受城镇工业企业废气漂移影响和传统炉灶能源利用率低下产生的烟气以及畜禽养殖产生的甲烷、硫化氢、氨气等恶臭气体共同成为当前最主要的农村空气污染来源。综合考虑我国广大农村空气质量状况,确定监测指标为 SO_2 、 NO_2 和 PM_{10} 共 3 项。

5.4 土壤环境监测指标

虽然土壤环境监测相对大气和水起步晚,技术和能力建设水平相对落后,但是,我国已进行了

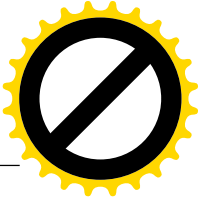
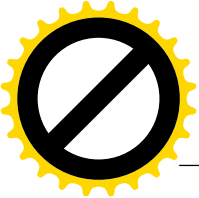
多次全国性土壤专项调查监测工作。

在 2003—2005 年全国“菜篮子”蔬菜基地调查中,土壤监测指标:土壤 pH、镉、汞、铅、砷、铬、铜、锌、六六六和滴滴涕、有机氯农药、多环芳烃类(PAHs)。

在 2006 年全国土壤污染状况调查中土壤监测指标:土壤 pH、全氮、全磷、全钾、有机质、粘粒含量、砷、镉、钴、铬、铜、氟、汞、锰、镍、铅、硒、钒、锌、有机氯农药、多环芳烃(PAHs)、酞酸酯等。

2009—2010 年全国农村“以奖促治”村庄调查中土壤监测指标:土壤 pH、阳离子交换量、镉、汞、砷、铜、铅、铬、锌、镍、硒、钴、有机氯农药类。

2011 年国务院正式批复的《重金属污染综合防治“十二五”规划》中明确了镉、汞、砷、铬、铅为一类重点防控对象。铜、锌、锰、镍、硒、钴、银、铊和铈等为重点防控重金属污染物。因此,确定必测指标为土壤 pH、阳离子交换量、镉、汞、砷、铅、铬、苯并[a]芘,选测指标为铜、锌、锰、镍、硒、钴、钒、铊、铈和有机氯农药类等。



6 结论

通过对试点村庄的监测结果分析和现场调研,确定了农村环境监测点位布设原则。同时,基于现有城市环境质量监测指标和试点村庄监测结果,并参考国外相关技术,初步制定了农村环境质量的监测指标优化方案,对于指导农村环境质量监测以及制定全国农村环境质量监测技术规范具有重要意义。

参考文献:

- [1] 尹红. 美国与欧盟的农业环保计划 [J]. 中国环保产业, 2005 (3): 42 - 45.
- [2] 宁昭玉, 魏远竹, 徐学荣, 等. 福建农村生态环境现状与评价指标体系构建 [J]. 环境科学与管理, 2008, 33 (2): 37 - 41.
- [3] 乔红. 中国农村经济发展面临的问题与对策 [J]. 南方经济, 2001 (6): 54 - 56.
- [4] 王波, 黄光伟. 我国农村生态环境保护问题研究 [J]. 生态经济, 2006 (12): 138 - 141.
- [5] 周菊香. 我国农村可持续发展过程中面临的问题与对策 [J]. 经济问题, 2001 (7): 48 - 50.
- [6] 李蓓蓓, 张雪绸. 当前农村生态环境的约束与对策 [J]. 统计与决策, 2005 (1): 89 - 90.
- [7] 姚伟, 曲晓广. 我国农村垃圾产生量及垃圾收集处理现状 [J]. 环境与健康杂志, 2009, 26 (1): 10 - 12.
- [8] 吴岩, 杜立宇, 高明和, 等. 农业面源污染现状及其防治措施 [J]. 农业环境与发展, 2011 (1): 64 - 67.
- [9] 张铁亮, 刘凤枝, 李玉浸, 等. 农村环境质量监测与评价指标体系研究 [J]. 环境监测管理与技术, 2009, 21 (6): 1 - 4.
- [10] 冯艳芬. 珠江三角洲农村与农业生态环境保护指标体系构建 [J]. 广东农业科学, 2006 (10): 77 - 79.