

2014 年全国土壤环境质量监测

江苏省连云港市集中式饮用水源地  
周边土壤环境质量监测报告

2014 年 10 月（公章）

编写人员：赵颖 杨慧林

数据统计：赵颖

审核：姜玲

审定：李军

# 目录

1 基本情况 .....	2
1.1 本次例行监测的实施及开展过程 .....	2
1.2 采样区的基本资料 .....	2
2 监测、评价技术方法 .....	3
2.1 样品采集 .....	3
2.2 样品处理及测定 .....	4
2.3 数据分析及评价 .....	4
3 质量控制 .....	6
4 监测结果 .....	7
4.1 土壤理化性质监测结果 .....	7
4.1.1 土壤 pH .....	7
4.1.2 阳离子交换量 .....	8
4.1.3 有机质含量 .....	8
4.2 土壤监测结果 .....	8
4.2.1 无机项目 .....	8
4.2.2 有机项目 .....	8
5 饮用水源地周边土壤环境质量状况评价 .....	10
5.1 土壤环境质量状况评价 .....	10
5.2 污染成因分析 .....	15
6 结论与展望 .....	15
6.1 结论 .....	15
6.2 问题及建议 .....	16

# 1 基本情况

## 1.1 本次例行监测的实施及开展过程

连云港市水系属于淮河流域沂沭水系。沂沭地区的主要排洪河道新沂河、新沭河等均从市内入海，故有“洪水走廊”之称。连云港市是一个典型的水源型缺水城市，工农业及生活用水主要依靠调引江淮水经洪泽湖、淮沭河、沭新河入蔷薇河。

按照环境保护部《2014年全国环境监测工作要点》（环办〔2014〕2号）要求，依据《2014年全省环境监测工作实施方案》土壤环境质量监测相关细则，我市选择3个当地主要的（供水规模和供水人口较多的）集中式饮用水水源地作为监测区域，分别为市区集中式饮用水源地蔷薇河茅口水厂（采样区1）、赣榆县集中式饮用水源地塔山水库（采样区2）及灌云县集中式饮用水源地叮当河自来水厂（采样区3）。

## 1.2 采样区的基本资料

连云港市区集中式饮用水源地蔷薇河，发源于马陵山系的踢球山和宋山西麓，流经新沂市、沭阳县、东海县和连云港市区西侧，最终通过位于连云港市区北端的临洪闸排泄出海。蔷薇河全长97公里，其中连云港市市区段长约10公里，年径流量约6.7亿立方米。蔷薇河市区段主要功能为饮用和灌溉，主要靠外调淮水进行补给，提供市区及周边地区用水，沿河建有海州水厂、茅口水厂。市区段水质良好，符合地表水Ⅲ类水标准。此次选取的茅口水厂服务于新浦区大部分区域及东部城区，服务人口约60万人，取水口位于沈圩村茅口附近。茅口水厂周边土壤为砂壤土，陆域保护区无农业种植，无污染源存在。

赣榆县集中式饮用水源地塔山水库位于县城西北部青口河上游，是城区和沿途居民生活饮用及工、农业用水的主要水源地，主要服务乡镇有青口镇、宋庄镇、塔山镇、赣马镇、金山镇、海头镇等。水库总受水面积为 386 平方公里，总库容为 2.82 亿立方米，正常蓄水面积为 26.5 平方公里，最大水域面积为 35 平方公里。塔山水库水质良好，符合地表水Ⅲ类水标准。塔山水库周边土壤为砂壤土，陆域保护区无农业种植，无污染源存在。

灌云县集中式饮用水源地叮当河位于灌云县西部，是县城的唯一饮用水源，上接新沂河南偏泓，穿新沂河北堤，下游与古泊善后河交汇，全长 25.7 公里。河流保护目标为地表水Ⅲ类，在自来水厂取水口设一监测断面，服务人口约 15 万人。自来水厂周边土壤为砂壤土，陆域保护区内有少量农田，无污染源存在。

## 2 监测、评价技术方法

### 2.1 样品采集

此次土壤环境监测选定的饮用水源地均为地表水源地，根据《江苏省人民代表大会常务委员会关于加强饮用水源地保护的决定》（2008.3.22）中水源地的类型，在选定水源地的一级保护区的陆域范围内，根据实际情况，随机布设 5 个采样点，其中，在临近取水口岸边 100 米范围内设置一个采样点。采集 0~20cm 表层土壤。每份样品采样量为 2kg。采样前记录点位坐标，拍摄照片。采样点情况见表 2-1。

表 2-1 采样点基本情况

序号	采样点名称	采样点编码	饮用水源地种类	东经 E (度)	北纬 N (度)
1	茅口水厂	2014LYGTR001	地表水 (河流)	119.1652	34.6301
2		2014LYGTR002	地表水 (河流)	119.1653	34.6298
3		2014LYGTR003	地表水 (河流)	119.1621	34.6340
4		2014LYGTR004	地表水 (河流)	119.1620	34.6340
5		2014LYGTR005	地表水 (河流)	119.1620	34.6343
6	塔山水库	2014LYGTR006	地表水 (水库)	118.9758	34.9413
7		2014LYGTR007	地表水 (水库)	118.9757	34.9398
8		2014LYGTR008	地表水 (水库)	118.9782	34.9415
9		2014LYGTR009	地表水 (水库)	118.9837	34.9431
10		2014LYGTR010	地表水 (水库)	118.9802	34.9396
11	自来水厂	2014LYGTR011	地表水 (河流)	119.1911	34.2883
12		2014LYGTR012	地表水 (河流)	119.1912	34.2889
13		2014LYGTR013	地表水 (河流)	119.1907	34.2880
14		2014LYGTR014	地表水 (河流)	119.1911	34.2874
15		2014LYGTR015	地表水 (河流)	119.1907	34.2870

## 2.2 样品处理及测定

样品处理及测定方法见表 2-2。

表 2-2 样品预处理方法和测试方法

项目	预处理方法	测试方法	检出限
pH	水浸提	电极法	-
有机质含量	重铬酸钾-硫酸	重铬酸钾容量法	-
阳离子交换量	蒸馏、离心、乙酸铵交换	乙酸铵交换法	1.2
砷	1+1 王水消解	原子荧光法	0.05
汞	/	冷原子吸收分光光度法	0.002
镉	四酸消解	等离子发射光谱质谱法 EPA6020-1998	0.010
铅			0.03
铬			0.04
铜			0.05
锌			0.2
镍			0.01
锰			2
钴			0.006
钒			0.02
银			0.003
铊			0.003
锑	1+1 王水消解		0.003
六六六	自动索氏提取	气相色谱法	$8.0 \times 10^{-5}$
滴滴涕		气相色谱法	$5.0 \times 10^{-5}$
苯并[a]芘		气相色谱-质谱法	$1.0 \times 10^{-4}$

## 2.3 数据分析及评价

土壤单项污染指数、土壤综合污染指数、土壤污染分担率的计算公式和分级标准如下：

单项污染指数法：
$$P_i = \frac{C_i}{S_{ip}}$$

式中：

$P_i$ ：单项污染指数；

$C_i$ ：调查土壤中污染物的实测浓度

$S_{ip}$ ：污染物的评价标准值或参考值。

$$\text{土壤综合污染指数} = \sqrt{\frac{\left(\text{平均单项污染指数}\right)^2 + \left(\text{最大单项污染指数}\right)^2}{2}}$$

$$\text{土壤污染物分担率}(\%) = \frac{\text{土壤某项污染指数}}{\text{各项污染指数之和}} \times 100\%$$

根据  $P_i$ 、 $P_N$  的大小，将土壤污染程度划分为五级，见表 2-3、表 2-4。

表 2-3 单因子评价土壤环境质量评价分级

等级	$P_i$ 值大小	污染评价
I	$P_i \leq 1$	无污染
II	$1 < P_i \leq 2$	轻微污染
III	$2 < P_i \leq 3$	轻度污染
IV	$3 < P_i \leq 5$	中度污染
V	$P_i > 5$	重度污染

表 2-4 土壤综合污染指数分级标准

等级	综合污染指数 ( $P_N$ )	污染等级
I	$P_N \leq 0.7$	清洁（安全）
II	$0.7 < P_N \leq 1.0$	尚清洁（警戒限）
III	$1 < P_N \leq 2.0$	轻度污染
IV	$2 < P_N \leq 3.0$	中度污染
V	$P_N > 3$	重污染

### 3 质量控制

为保证土壤环境质量例行监测工作,确保例行监测数据的代表性、准确性、精密性、可比性和完整性,我市十分重视对监测质量的控制和保证工作,按照《全国土壤污染状况调查质量保证技术规范》和《土壤环境监测技术规范》(HJ/T 166-2004)的要求,从人员到监测仪器设备,从点位布设、样品采集、样品运输与保存、样品制备到实验室分析、数据处理等全过程加强质控,确保监测工作的规范、监测数据的准确。

#### (1) 采样点位

根据点位布设方案,结合地形图和具体实际情况,使用 GPS 确定采样点位。

#### (2) 样品采集

分析人员选择 0—20cm 的表层样进行采集,采样前将土壤表面腐殖质清除掉,无机类样品用木铲采集;有机类样品用铁铲采集。所有样品均是在作物收获后至下一次施肥前进行采集,避免化肥、农药的污染。每份土壤样品采集量为 2Kg。

#### (3) 采样记录

每个样品采集完毕后,立即认真填写样品标签和土壤样品采集现场记录表。

#### (4) 样品保存

新鲜样品,用于测定有机污染物,贮存于带四氟乙烯密封垫或磨口的棕色玻璃瓶内,样品充满容器,4℃冷藏保存。对于需风干样品,我站建有专门的土壤样品处理和保存库。样品库干燥、通风、无阳光直射、无污染,并定期清理样品,防止霉变、鼠害及标签脱落。建立样品入库记录册以及样品目录,有土壤样品档案,并有完整的样品保存标签。



#### (5) 样品制备

样品制备间清洁、通风、无污染。每加工完一个样品均对加工工具进行彻底清理，防止交叉沾污。样品制备过程中，严格按照相关规定进行加工、制备。由制备人员对样品状态、工作环境及制备工作情况进行自我核查，填写制备日常检查记录表。

#### (6) 实验室内部质量控制

我站根据相关技术规定，编制了本站的 SOP,即采样操作、样品前处理、各项目分析和仪器使用操作的作业指导书。分析人员利用空白试验、实验室内平行样分析、加标回收率测定、标准样品或质控样品分析、质量控制图等手段进行实验室内质量控制。

## 4 监测结果

此次集中式饮用水源地周边土壤环境质量监测项目共 3 大类 20 项，分别为：

土壤理化指标：土壤 pH、有机质含量、阳离子交换量；

无机污染物：镉、汞、砷、铅、铬、铜、锌、镍、锰、钴、钒、银、铊、锑；

有机污染物：六六六、滴滴涕、苯并【a】芘。

### 4.1 土壤理化性质监测结果

#### 4.1.1 土壤 pH

土壤 pH 监测值见表 4.1-1。

表 4.1-1 pH 值监测结果

点位名称 pH (无量纲)	连云港市		
	采样区 1	采样区 2	采样区 3
范围	8.24-8.50	7.03-8.40	8.46-8.68
均值	8.38	7.73	8.57

#### 4.1.2 阳离子交换量

阳离子交换量监测值见表表 4.1-2。

表 4.1-2 阳离子交换量监测结果 (cmol/kg)

点位名称 阳离子交换量	连云港市		
	采样区 1	采样区 2	采样区 3
范围	10.1-15.6	9.3-16.0	11.1-17.8
均值	12.2	11.8	14.0

#### 4.1.3 有机质含量

有机质含量监测值见表表 4.1-3。

表 4.1-3 有机质含量的监测结果 (%)

点位名称 有机质含量	连云港市		
	采样区 1	采样区 2	采样区 3
范围	0.60-2.63	0.34-1.04	0.20-0.88
均值	2.05	0.70	0.50

### 4.2 土壤监测结果

#### 4.2.1 无机项目

无机污染物监测值见表 4.2-1。

#### 4.2.2 有机项目

有机污染物监测值见表 4.2-2。

表 4.2-1 无机项目监测结果(mg/kg)

监测点位		Cd			Hg			As			Pb			Cr			Cu			Zn		
		范围	均值	标准差	范围	均值	标准差	范围	均值	标准差	范围	均值	标准差	范围	均值	标准差	范围	均值	标准差	范围	均值	标准差
连云港市	采样区 1	0.131 - 0.288	0.214	0.06	0.180 - 0.209	0.193	0.01	4.35-15.2	8.55	4.13	25.3-62.3	46.0	13.5	39.5-60.7	50.4	7.60	14.2-34.1	21.5	7.93	54.6-121	81.3	27.2
	采样区 2	0.156 - 0.295	0.243	0.06	0.182 - 0.204	0.195	0.01	1.99-12.3	5.66	4.07	54.7-67.6	61.8	4.64	39.6-56.4	46.2	6.35	25.2-34.8	31.1	4.23	74.8-141	93.5	27.5
	采样区 3	0.150 - 0.190	0.174	0.02	0.190 - 0.214	0.203	0.01	9.24-13.6	11.5	1.81	22.7-55.6	41.0	12.0	81.4-93.5	85.4	4.69	23.6-30.9	28.8	2.94	85.2-98.8	92.9	5.32
监测点位		Ni			V			Mn			Co			Ag			Tl			Sb		
		范围	均值	标准差	范围	均值	标准差	范围	均值	标准差	范围	均值	标准差	范围	均值	标准差	范围	均值	标准差	范围	均值	标准差
连云港市	采样区 1	22.5-38.1	27.1	6.24	36.5-96.5	56.6	24.1	420-926	587	200	7.72-18.2	11.1	4.22	0.056 - 0.088	0.073	0.01	0.386 - 0.807	0.531	0.17	0.504-1.30	0.791	0.30
	采样区 2	25.0-40.5	33.5	6.65	19.5-72.6	33.0	22.4	577-961	792	152	5.86-28.0	12.5	9.03	0.031 - 0.066	0.053	0.01	0.109 - 0.600	0.393	0.20	0.094-1.11	0.419	0.42
	采样区 3	27.3-38.4	34.5	4.29	65.2-97.0	84.0	12.3	486-817	682	134	12.0-18.5	15.5	2.72	0.067 - 0.088	0.077	0.01	0.466 - 0.659	0.591	0.07	0.793-1.20	1.02	0.18

表 4.2-2 有机项目监测结果(mg/kg)

监测点位 \ 污染物		六六六			滴滴涕			苯并[a]芘		
		范围	均值	标准差	范围	均值	标准差	范围	均值	标准差
连云港市	采样区 1	2.0×10 <sup>-5</sup> L - 2.99×10 <sup>-3</sup>	1.47×10 <sup>-3</sup>	0.001	5.0×10 <sup>-5</sup> L - 5.0×10 <sup>-5</sup> L	5.0×10 <sup>-5</sup> L	0	1.0×10 <sup>-4</sup> L - 1.0×10 <sup>-4</sup> L	1.0×10 <sup>-4</sup> L	0
	采样区 2	2.0×10 <sup>-5</sup> L - 2.0×10 <sup>-5</sup> L	2.0×10 <sup>-5</sup> L	0	2.98×10 <sup>-4</sup> - 1.46×10 <sup>-3</sup>	7.39×10 <sup>-4</sup>	0.0005	1.0×10 <sup>-4</sup> L - 1.0×10 <sup>-4</sup> L	1.0×10 <sup>-4</sup> L	0
	采样区 3	2.0×10 <sup>-5</sup> L - 2.0×10 <sup>-5</sup> L	2.0×10 <sup>-5</sup> L	0	7.38×10 <sup>-4</sup> - 2.64×10 <sup>-3</sup>	1.28×10 <sup>-3</sup>	0.0008	1.0×10 <sup>-4</sup> L - 1.0×10 <sup>-4</sup> L	1.0×10 <sup>-4</sup> L	0



按照《土壤环境质量标准》(GB15618-1995)一级和二级标准,分别统计分析各项污染物的污染程度及构成比例,见表 5.1-3、5.1-4。

表 5.1-3 饮用水源地周边土壤各项污染物评价结果汇总(一级标准)

监测项目	监测数量	浓度范围	平均值	最大超标倍数	污染程度								超标率(%)
					轻微		轻度		中度		重度		
					个数	%	个数	%	个数	%	个数	%	
镉	15	0.131-0.295	0.210	0.48	7	47	0	0	0	0	0	0	47
汞	15	0.180-0.214	0.197	0.43	15	100	0	0	0	0	0	0	0
砷	15	1.99-15.2	8.58	0.01	1	7	0	0	0	0	0	0	7
铜	15	14.2-34.8	27.1	/	0	0	0	0	0	0	0	0	0
铅	15	22.7-67.6	49.6	0.93	13	87	0	0	0	0	0	0	87
铬	15	39.5-93.5	60.7	0.04	1	7	0	0	0	0	0	0	7
锌	15	54.6-141	89.2	0.41	2	13	0	0	0	0	0	0	13
镍	15	22.5-40.5	31.7	0.01	1	7	0	0	0	0	0	0	7
锰	15	420-961	687	/	0	0	0	0	0	0	0	0	0
钴	15	5.86-28.0	13.0	/	0	0	0	0	0	0	0	0	0
钒	15	19.5-97.0	57.9	/	0	0	0	0	0	0	0	0	0
银	15	0.031-0.088	0.068	/	0	0	0	0	0	0	0	0	0
铊	15	0.109-0.807	0.505	/	0	0	0	0	0	0	0	0	0
铋	15	0.094-1.30	0.743	/	0	0	0	0	0	0	0	0	0
六六六	15	$2.0 \times 10^{-5}$ L - $2.99 \times 10^{-3}$	$4.95 \times 10^{-4}$	/	0	0	0	0	0	0	0	0	0
滴滴涕	15	$5.0 \times 10^{-5}$ L - $2.64 \times 10^{-3}$	$6.81 \times 10^{-4}$	/	0	0	0	0	0	0	0	0	0
苯并[a]芘	15	$1.0 \times 10^{-4}$ L - $1.0 \times 10^{-4}$ L	$1.0 \times 10^{-4}$ L	/	0	0	0	0	0	0	0	0	0

按照一级标准评价,无机项目中镉、汞、砷、铅、铬、锌、镍等 7 个指标均出现超标值,呈轻微污染,其中汞超标率为 100%,铅超标率为 87%。有机项目未有超标值出现。

表 5.1-4 饮用水源地周边土壤各项污染物评价结果汇总（二级标准）

监测项目	监测数量	浓度范围	平均值	最大超标倍数	污染程度								超标率(%)	
					轻微		轻度		中度		重度			
					个数	%	个数	%	个数	%	个数	%		
镉	15	0.131-0.295	0.210	/	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
汞	15	0.180-0.214	0.197	/	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
砷	15	1.99-15.2	8.58	/	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
铜	15	14.2-34.8	27.1	/	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
铅	15	22.7-67.6	49.6	/	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
铬	15	39.5-93.5	60.7	/	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
锌	15	54.6-141	89.2	/	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
镍	15	22.5-40.5	31.7	/	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
锰	15	420-961	687	/	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
钴	15	5.86-28.0	13.0	/	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
钒	15	19.5-97.0	57.9	/	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
银	15	0.031-0.088	0.068	/	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
铊	15	0.109-0.807	0.505	/	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
铋	15	0.094-1.30	0.743	/	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
六六六	15	$2.0 \times 10^{-5}$ L - $2.99 \times 10^{-3}$	$4.95 \times 10^{-4}$	/	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
滴滴涕	15	$5.0 \times 10^{-5}$ L - $2.64 \times 10^{-3}$	$6.81 \times 10^{-4}$	/	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
苯并[a]芘	15	$1.0 \times 10^{-4}$ L - $1.0 \times 10^{-4}$ L	$1.0 \times 10^{-4}$ L	/	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

按照二级标准评价，无机项目、有机项目均未有超标现象出现。

按照《土壤环境质量标准》（GB15618-1995）一级和二级标准，分别统计分析集中式饮用水源地周边土壤污染物的单项污染指数和内梅罗综合污染指数，见表 5.1-5、表 5.1-6。

表 5.1-5 单项污染指数和综合污染指数（一级标准）

监测 点位		P <sub>i</sub>																	P <sub>N</sub>			评价 等级		
		Cd	Hg	As	Pb	Cr	Cu	Zn	Ni	V	Mn	Co	Ag	Tl	Sb	六六六	滴滴涕	苯并【a】 芘	无机	有机	无机有 机综合			
连云 港市	采样 区 1	点位 1	1.44	1.20	1.01	1.47	0.67	0.97	1.21	0.95	0.74	0.62	0.46	0.004	0.81	0.07	0.03	0.00	0.00	1.19	0.02	1.15	轻度污染	
		点位 2	0.66	1.33	0.62	0.72	0.44	0.41	0.58	0.62	0.28	0.31	0.20	0.003	0.42	0.03	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.98	尚清洁	
		点位 3	0.91	1.27	0.29	1.27	0.54	0.44	0.55	0.63	0.30	0.30	0.28	0.19	0.003	0.39	0.03	0.00	0.00	0.00	0.97	0.00	0.95	尚清洁
		点位 4	1.32	1.23	0.50	1.32	0.57	0.65	0.81	0.63	0.43	0.38	0.28	0.004	0.54	0.04	0.02	0.00	0.00	0.00	1.03	0.01	1.00	尚清洁
		点位 5	1.04	1.39	0.42	1.78	0.58	0.60	0.92	0.56	0.43	0.37	0.27	0.004	0.50	0.04	0.02	0.00	0.00	0.00	1.34	0.01	1.31	轻度污染
		平均值	1.07	1.29	0.57	1.31	0.56	0.62	0.81	0.68	0.44	0.39	0.28	0.004	0.53	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00	1.02	0.01	0.99	尚清洁
	采样 区 2	点位 1	1.48	1.30	0.43	1.77	0.44	0.94	0.83	0.92	0.18	0.47	0.15	0.002	0.28	0.00	0.00	0.00	0.00	1.33	0.00	1.31	轻度污染	
		点位 2	1.45	1.21	0.13	1.56	0.52	0.99	0.92	0.63	0.17	0.58	0.21	0.002	0.44	0.01	0.00	0.01	0.00	1.19	0.01	1.16	轻度污染	
		点位 3	1.29	1.36	0.21	1.93	0.47	0.72	0.76	0.94	0.15	0.38	0.19	0.003	0.11	0.01	0.00	0.00	0.00	1.43	0.00	1.41	轻度污染	
		点位 4	0.78	1.33	0.82	1.81	0.63	0.99	0.75	1.01	0.56	0.64	0.70	0.003	0.60	0.06	0.00	0.01	0.00	1.39	0.01	1.35	轻度污染	
		点位 5	1.09	1.31	0.29	1.77	0.51	0.81	1.41	0.70	0.22	0.57	0.32	0.003	0.54	0.03	0.00	0.01	0.00	1.34	0.01	1.31	轻度污染	
		平均值	1.22	1.30	0.38	1.77	0.51	0.89	0.94	0.84	0.25	0.53	0.31	0.003	0.39	0.02	0.00	0.01	0.00	0.00	1.34	0.01	1.31	轻度污染
	采样 区 3	点位 1	0.92	1.37	0.62	1.29	0.94	0.87	0.97	0.87	0.62	0.42	0.39	0.004	0.59	0.04	0.00	0.01	0.00	1.09	0.01	1.05	轻度污染	
		点位 2	0.80	1.27	0.71	0.65	0.90	0.67	0.92	0.68	0.50	0.32	0.30	0.003	0.47	0.04	0.00	0.03	0.00	0.99	0.02	0.96	尚清洁	
		点位 3	0.75	1.37	0.74	1.24	1.04	0.84	0.92	0.90	0.65	0.46	0.34	0.004	0.62	0.05	0.00	0.01	0.00	1.09	0.01	1.06	轻度污染	
		点位 4	0.95	1.32	0.87	1.09	0.92	0.88	0.85	0.96	0.75	0.53	0.46	0.004	0.66	0.06	0.00	0.01	0.00	1.07	0.01	1.03	轻度污染	
		点位 5	0.93	1.43	0.91	1.59	0.94	0.84	0.99	0.90	0.71	0.54	0.44	0.004	0.62	0.06	0.00	0.01	0.00	1.25	0.01	1.21	轻度污染	
		平均值	0.87	1.35	0.77	1.17	0.95	0.82	0.93	0.87	0.65	0.45	0.39	0.004	0.59	0.05	0.00	0.01	0.00	0.00	1.08	0.01	1.04	轻度污染



表 5.1-6 单项污染指数和综合污染指数（二级标准）

监测 点位		P <sub>i</sub>																	P <sub>N</sub>			评价 等级	
		Cd	Hg	As	Pb	Cr	Cu	Zn	Ni	V	Mn	Co	Ag	Tl	Sb	六六六	滴滴涕	苯并【a】 芘	无机	有机	无机有 机综合		
连云 港市	采样 区 1	点位 1	0.48	0.18	0.61	0.15	0.24	0.34	0.40	0.64	0.74	0.62	0.46	0.004	0.81	0.07	0.03	0.00	0.00	0.64	0.02	0.62	清洁
		点位 2	0.22	0.20	0.37	0.07	0.16	0.14	0.19	0.41	0.28	0.31	0.20	0.003	0.42	0.03	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00	0.32	清洁
		点位 3	0.30	0.19	0.17	0.13	0.19	0.15	0.18	0.42	0.30	0.28	0.19	0.003	0.39	0.03	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00	0.32	清洁
		点位 4	0.44	0.19	0.30	0.13	0.21	0.23	0.27	0.42	0.43	0.38	0.28	0.004	0.54	0.04	0.02	0.00	0.00	0.43	0.01	0.41	清洁
		点位 5	0.35	0.21	0.25	0.18	0.21	0.21	0.31	0.38	0.43	0.37	0.27	0.004	0.50	0.04	0.02	0.00	0.00	0.40	0.01	0.39	清洁
		平均值	0.36	0.19	0.34	0.13	0.20	0.21	0.27	0.45	0.44	0.39	0.28	0.004	0.53	0.04	0.01	0.00	0.00	0.42	0.01	0.41	清洁
	采样 区 2	点位 1	0.49	0.20	0.26	0.18	0.16	0.33	0.28	0.61	0.18	0.47	0.15	0.002	0.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.47	0.00	0.46	清洁
		点位 2	0.48	0.18	0.08	0.16	0.19	0.35	0.31	0.42	0.17	0.58	0.21	0.002	0.44	0.01	0.00	0.01	0.00	0.45	0.01	0.44	清洁
		点位 3	0.43	0.20	0.12	0.19	0.17	0.25	0.25	0.63	0.15	0.38	0.19	0.003	0.11	0.01	0.00	0.00	0.00	0.47	0.00	0.46	清洁
		点位 4	0.52	0.40	0.41	0.21	0.28	0.35	0.30	0.81	0.56	0.64	0.70	0.003	0.60	0.06	0.00	0.01	0.00	0.64	0.01	0.62	清洁
		点位 5	0.73	0.39	0.15	0.21	0.23	0.28	0.56	0.56	0.22	0.57	0.32	0.003	0.54	0.03	0.00	0.01	0.00	0.57	0.01	0.55	清洁
		平均值	0.53	0.27	0.20	0.19	0.21	0.31	0.34	0.61	0.25	0.53	0.31	0.003	0.39	0.02	0.00	0.01	0.00	0.48	0.01	0.46	清洁
	采样 区 3	点位 1	0.31	0.21	0.37	0.13	0.34	0.30	0.32	0.58	0.62	0.42	0.39	0.004	0.59	0.04	0.00	0.01	0.00	0.50	0.01	0.48	清洁
		点位 2	0.27	0.19	0.42	0.06	0.33	0.24	0.31	0.46	0.50	0.32	0.30	0.003	0.47	0.04	0.00	0.03	0.00	0.41	0.02	0.39	清洁
		点位 3	0.25	0.21	0.44	0.12	0.37	0.30	0.31	0.60	0.65	0.46	0.34	0.004	0.62	0.05	0.00	0.01	0.00	0.52	0.01	0.50	清洁
		点位 4	0.32	0.20	0.52	0.11	0.33	0.31	0.28	0.64	0.75	0.53	0.46	0.004	0.66	0.06	0.00	0.01	0.00	0.59	0.01	0.57	清洁
		点位 5	0.31	0.21	0.54	0.16	0.34	0.30	0.33	0.60	0.71	0.54	0.44	0.004	0.62	0.06	0.00	0.01	0.00	0.57	0.01	0.55	清洁
		平均值	0.29	0.20	0.46	0.12	0.34	0.29	0.31	0.58	0.65	0.45	0.39	0.004	0.59	0.05	0.00	0.01	0.00	0.52	0.01	0.50	清洁

由表可见，按照一级标准评价（表 5.1-5），连云港市 2014 年集中式饮用水源地周边土壤综合污染指数在 0.95-1.41 之间，市区茅口水厂（采样区 1）属于尚清洁范畴，赣榆塔山水库（采样区 2）、灌云自来水厂（采样区 3）均呈轻度污染。

按照二级标准评价（表 5.1-6），连云港市 2014 年集中式饮用水源地周边土壤综合污染指数在 0.32-0.62 之间，各采样区污染程度均为清洁。

## 5.2 污染成因分析

此次饮用水源地周边土壤监测情况表明：按照一级标准评价，各采样区汞、铅均有不同程度的超标现象。究其原因有以下几点：

（1）我市以往经济较落后，多使用含铅及有机汞的农药，农药的不合理使用，造成我市土壤中汞、铅本底值较高。虽然近几年经济快速发展，含铅及有机汞的农药早已停止使用，但经过长时间降解后残留的重金属浓度仍然较高；

（2）近几年机动车数量快速增长，含铅汽油的使用、汽车轮胎磨损产生的粉尘及汽车排放的尾气，使得大量的铅排入空气中，而建筑材料生产所需的燃料大量燃烧时产生的废气，均含有大量的汞、铅等重金属。这些大气中的汞、铅随着大气沉降进入土壤，从而导致土壤中汞、铅浓度偏高。

## 6 结论与展望

### 6.1 结论

结合各采样区的基本情况，按照《土壤环境质量标准》（GB15618-1995）一级标准评价，2014 年连云港市集中式饮用水源地周边土壤理化指标、有机污染物等 6 项指标未有超标值，无机项目中镉、汞、砷、铅、铬、锌、镍等 7 个指标均有不同程度超标，土壤环境质量总体呈轻度污染；按照《土壤环境质量

标准》(GB15618-1995) 二级标准评价, 2014 年连云港市集中式饮用水源地周边土壤理化指标、无机污染物及有机污染物共计 20 项指标均未有超标现象出现。

## 6.2 问题及建议

通过本次土壤监测工作, 可以看出, 我市在此项工作中还存在着诸多不足, 监测经费有限, 在监测工作量急剧增加的情况下, 给市站监测工作带来很大的压力。为更好地开展此项工作, 建议今后应在以下几个方面加强:

1、各级政府应加大投入, 每年应设置专项资金, 保障土壤监测工作的顺利开展。

2、完善相关标准, 《土壤环境质量标准》还是 1995 年制定的, 无机污染物、有机污染物指标较少, 已经不符合实际情况, 应当及时更新标准, 提供适宜的评价依据。

3、规范统一监测分析方法和仪器, 使监测数据具有可比性。

4、举办有关土壤采样、分析、质量控制等培训班, 有效提高监测分析水平。