

2015 年全省土壤环境质量监测

连云港市畜禽养殖场周边土壤环境
质量监测报告

2015 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	1
1.1 本次例行监测的实施及开展过程	1
1.2 采样区的基本资料	1
2 监测、评价技术方法	2
2.1 样品采集	2
2.2 样品处理及测定	3
2.3 数据分析及评价	3
3 质量控制	4
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	7
4.1.3 有机质含量	7
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 畜禽养殖场周边土壤环境质量状况评价	8
5.1 土壤环境质量状况评价	8
5.2 污染成因分析	12
6 结论与展望	14
6.1 结论	14
6.2 问题及建议	14

1 基本情况

1.1 本次例行监测的实施及开展过程

连云港市地处中国沿海中部的黄海之滨，江苏省东北部，东西最大横距 129 公里，南北最大纵距约 132 公里。连云港市耕地面积约 380 千公顷，约占土地总面积的 51%，尚有 8.71 千公顷土地亟待开发，后备土地资源潜力较大。

连云港市东海县是闻名中外的“水晶之都”，位于国家“陆桥经济带”、“星火开发带”、“徐连经济带”范围之内，更是江苏省开发的三大产业带之一沿东陇海线产业带上的重要节点，连云港和徐州两大城市的重要连接点。2014 年，位列中国百强县市排行榜第 95 位。

按照中国环境监测总站《关于印发〈2015 年土壤环境质量监测工作技术要求〉的通知》及《2015 年江苏省环境监测工作实施方案》典型区域土壤环境质量监测相关要求，我市选取 3 个主要畜禽养殖场作为监测区域，分别为温氏费岭种猪场（采样区 1）、广西桂柳畜禽有限公司东海分公司（采样区 2）及连云港万群养鸡专业合作社（采样区 3）。

1.2 采样区的基本资料

温氏费岭种猪场位于东海县曲阳乡费岭村，是全国农业产业化重点龙头企业广东温氏食品集团有限公司于 2007 年 4 月在东海县注册成立的分公司，年出栏量约 78500 头生猪。公司按照“公司+基地（农户）+客户”和实行产、供、销一条龙的经营模式，对合作养殖户实行“四统一保”的合作方式，即统一提供种苗、统一提供饲料、统一提供技术服务、统一提供兽药疫苗，产品实行保价回收。温氏费岭种猪场污染物直接排放，周边土壤质地主要为粘土，无污染源存在。

广西桂柳畜禽有限公司东海分公司是一家蛋鸡规模养殖场，位于东海县李埝乡高埝村，于 2008 年 7 月投资成立，年存栏量约 45 万只。公司采用“公司+农户”的合作养殖模式，为当地农民增收致富开辟了捷径。广西桂柳畜禽有限公司东海分公司污染物直接排放，周边土壤质地主要为砂壤土，无污染源存在。

连云港万群养鸡专业合作社位于东海县桃林镇白岭村，是一家肉鸡专业合作社。合作社通过与连云港正大公司合作，实行“公司+农户”的合作养殖，合作社按照公司统一要求建造现代化、自动化高标准鸡舍。目前建有鸡舍 10 栋，肉鸡年出栏量约 80 万只，肉鸡养殖已成为当地农家发家致富的又一个选择。连云港万群养鸡专业合作社污染物直接排放，周边土壤质地主要为砂壤土，无污染源存在。

2 监测、评价技术方法

2.1 样品采集

每个畜禽养殖场周边土壤共布设 5 个监测点位。在畜禽养殖场外围 500 米范围内采用网格法进行随机布点，网格大小为 100 米×100 米，每个点位采集混合土样，每份样品采集量为 2kg。采集深度为 0-20cm，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

样点编号	畜禽养殖基地名称	畜禽养殖基地类型规模	监测点经度(°)	监测点纬度(°)
2015LYGTR001	温氏费岭种猪场	生猪 78500 头/年	118.6731	34.4227
2015LYGTR002			118.6741	34.4227
2015LYGTR003			118.6746	34.4225
2015LYGTR004			118.6746	34.4220
2015LYGTR005			118.6748	34.4215
2015LYGTR006	广西桂柳东海分公司	蛋鸡	118.5993	34.6359
2015LYGTR007		450000 只/	118.6004	34.6357

2015LYGTR008		年	118.5992	34.6374
2015LYGTR009			118.5992	34.6369
2015LYGTR010			118.5990	34.6362
2015LYGTR011	连云港万群养鸡专业合作社	肉鸡 800000 只/ 年	118.5008	34.4740
2015LYGTR012			118.5007	34.4726
2015LYGTR013			118.5021	34.4723
2015LYGTR014			118.5032	34.4731
2015LYGTR015			118.5028	34.4744

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	8.0×10^{-5}
滴滴涕		气相色谱法	5.0×10^{-5}
苯并[a]芘		气相色谱-质谱法	1.0×10^{-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 2.3-1、表 2.3-2。

表 2.3-1 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 2.3-2 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

为确保监测全程各项操作技术和质量控制活动的规范性和完备性，以及监测数据的准确性和可靠性，采取有关质量保证和质量控制措施。

表 3-1 2015 年连云港市质控措施汇总统计表

序号	质控措施	具体内容	采取措施的地级市	
1	土壤样品采集质量控制	采集、分装样品，正确、完整地填写样品标签（附件 1）和土壤样品采集现场记录表（附件 2），记录点位坐标，拍摄照片，填写点位照片记录表（附件 3）。质量管理监督对采样过程进行全过程监督，发现问题及时纠正。	连云港市	
2	样品制备质量控制	由制备人员对样品状态、工作环境及制备工作情况自我核查，填写制备日常检查记录表。	连云港市	
3	样品 分析 质量 控制	精密度控制	每批样品每个项目分析时均做了不低于 10% 的平行样品。	连云港市
		准确度控制	随机抽取每批样品每个项目的 10%~20% 进行回收率实验，无机项目进行了有证标准物质的测定。	连云港市
		质量控制图	对于有可利用标准物质的项目均在测试样品的同时进行了标样分析，填写了无机元素必测项目控制表，并绘制了相应的质量控制图	连云港市
4	数据的管理和评价	实行监测数据三级审核制度。	连云港市	
5	实验室外部控制	参加两次土壤重金属项目的能力验证。	连云港市	

表 3-2 2015 年连云港市室内分析中各监测项目平行双样测定结果 (%)

行政单元	镉	汞	砷	铅	铬	铜	锌	镍	钒	锰	钴	银	铊	铋	六六六	滴滴涕	苯并[a]芘
连云港市	8.24	0	0.26	0	0	0.24	0.63	0.38	0	0.71	0.60	4.35	0	0.25	0	0	0
连云港市	6.90	4.00	0.38	1.36	0.66	1.31	2.28	0.76	1.07	0.35	0.88	1.75	0.49	0.81	0	0	0

注：“\”表示该项目未做平行双样。

表 3-3 2015 年连云港市室内分析中基体加标测定结果 (%)

行政单元	镉	汞	砷	铅	铬	铜	锌	镍	钒	锰	钴	银	铊	铋	六六六	滴滴涕	苯并[a]芘
连云港市	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	88.6	98.6	0.90
连云港市	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	91.4	91.4	0.94

注：“\”表示该项目未做平行双样

4 监测结果

此次畜禽养殖场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	7.14-7.74	7.05-7.26	7.02-7.17
均值	7.57	7.17	7.08

4.1.2 阳离子交换量

阳离子交换量监测值见表 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	23.8-27.0	17.2-21.2	23.1-25.0
均值	25.4	18.4	24.0

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	0.06-2.54	0.66-2.30	0.67-2.30

均值	1.53	1.74	1.28
----	------	------	------

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。

5 畜禽养殖场周边土壤环境质量状况评价

5.1 土壤环境质量状况评价

2015 年连云港市畜禽养殖场周边土壤环境质量例行监测，共选择 14 种重金属污染物和 3 种有机污染物，按照《土壤环境质量标准》（GB15618-1995）二级标准、环保部《全国土壤污染状况评价技术规定》（环发〔2008〕39 号）对土壤环境污染状况分别进行评价，结果表明：在全市 15 个点位中共有 0 个点位超标，超标率为 0%，见表 5.1-1。

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	0.042 - 0.247	0.116	0.08	0.018 - 0.030	0.025	0.005	9.35 - 18.5	11.8	3.95	34.5 - 78.3	46.7	18.1	33.4 - 52.1	42.1	8.99	21.2 - 83.5	35.0	27.2	39.7 - 50.2	46.2	4.24
	采样区 2	0.079 - 0.197	0.123	0.05	0.012 - 0.022	0.016	0.004	2.65 - 3.86	3.15	0.44	18.7 - 22.3	20.2	1.32	33.3 - 52.4	43.4	8.11	36.9 - 38.5	37.9	0.62	93.7 - 103	98.9	2.57
	采样区 3	0.135 - 0.247	0.183	0.05	0.012 - 0.018	0.015	0.002	2.65 - 3.03	2.87	0.16	20.4 - 23.3	21.9	1.11	60.3 - 80.4	70.1	9.39	29.4 - 35.3	31.9	2.22	83.4 - 93.0	88.0	3.62
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	36.1 - 50.8	43.1	6.62	67.6 - 124	90.2	28.2	1260 - 1500	1400	98.2	25.1 - 36.8	30.4	5.12	0.040 - 0.084	0.059	0.02	0.503 - 0.744	0.584	0.11	0.961 - 1.73	1.22	0.31
	采样区 2	38.1 - 45.3	40.3	2.92	111 - 124	120	5.45	1300 - 1460	1390	66.3	24.3 - 28.6	26.0	1.82	0.038 - 0.071	0.051	0.01	0.627 - 0.674	0.645	0.02	0.228 - 0.340	0.279	0.04
	采样区 3	39.8 - 46.4	42.4	2.44	106 - 124	111	7.60	1240 - 1440	1348	87.6	20.5 - 27.7	23.2	2.78	0.052 - 0.079	0.064	0.01	0.736 - 0.794	0.772	0.02	0.259 - 0.395	0.325	0.05

按表 5.1-2，统计分析各项污染物的污染程度及构成比例

表 5.1-2 畜禽养殖周边土壤各项污染物评价结果汇总

监测项目	监测数量	浓度范围 (mg/kg)	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	0.042-0.247	0.140	/	0	0	0	0	0	0	0	0	0
汞	15	0.012-0.030	0.019	/	0	0	0	0	0	0	0	0	0
砷	15	2.65-18.5	5.95	/	0	0	0	0	0	0	0	0	0
铜	15	21.2-83.5	34.9	/	0	0	0	0	0	0	0	0	0
铅	15	18.7-78.3	29.6	/	0	0	0	0	0	0	0	0	0
铬	15	33.3-80.4	51.8	/	0	0	0	0	0	0	0	0	0
锌	15	39.7-103	77.7	/	0	0	0	0	0	0	0	0	0
镍	15	36.1-50.8	41.9	/	0	0	0	0	0	0	0	0	0
锰	15	1240-1500	1379	/	0	0	0	0	0	0	0	0	0
钴	15	20.5-36.8	26.6	/	0	0	0	0	0	0	0	0	0
钒	15	67.6-124	107	/	0	0	0	0	0	0	0	0	0
银	15	0.038-0.084	0.058	/	0	0	0	0	0	0	0	0	0
铊	15	0.503-0.794	0.667	/	0	0	0	0	0	0	0	0	0
铋	15	0.228-1.73	0.609	/	0	0	0	0	0	0	0	0	0
六六六	15	8.0×10^{-5} L - 27.0×10^{-5}	3.96×10^{-5}	/	0	0	0	0	0	0	0	0	0
滴滴涕	15	5.0×10^{-5} L - 5.0×10^{-5} L	5.0×10^{-5} L	/	0	0	0	0	0	0	0	0	0
苯并[a]芘	15	1.0×10^{-4} L - 3.8×10^{-4}	1.0×10^{-4}	/	0	0	0	0	0	0	0	0	0

按表 5.1-3 格式分别统计分析基本农田区污染物的单项污染指数和内梅罗综合污染指数，评价连云港市 2015 年例行监测土壤环境质量状况。

由表可知，连云港市畜禽养殖场周边土壤环境质量呈二级，综合污染指数在 0.65-0.76 之间，属于尚清洁范畴。

各采样区之间相比，连云港万群养鸡专业合作社（采样区 3）周边土壤环境质量最好，其次依次为广西桂柳畜禽有限公司东海分公司（采样区 2）、温氏费岭种猪场（采样区 1）。

5.2 污染成因分析

本次土壤监测虽然没有超标现象，但个别项目（如锰）监测值处于标准值临界状态。在规模化畜禽养殖过程中，为了防止畜禽疾病、提高饲料利用率和促进畜禽生长，一些重金属元素被添加到畜禽饲料中。由于这些重金属元素在动物体内的生物效价很低，大部分随畜禽粪便排出体外，故畜禽养殖场污染物中往往含有高量的重金属，从而增加了土壤环境的污染风险。

连云港市土壤 pH 值范围为 7.02-7.74，偏碱性，分析连云港市土壤碱性较突出原因，应与土壤的成土过程有关。连云港市为滨海城市，连云港区属基质岩岸线，土壤盐渍化程度较重，故而土壤 pH 值较高。

表 5.1-3 单项污染指数和综合污染指数

监测 点位			P _i																	P _N			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	0.14	0.03	0.37	0.47	0.16	0.22	0.17	0.60	0.52	1.00	0.63	0.002	0.52	0.05	0.00	0.00	0.00	0.75	0.00	0.74	尚清洁
		点位 2	0.14	0.05	0.31	0.47	0.17	0.21	0.16	0.78	0.54	0.94	0.63	0.003	0.51	0.05	0.00	0.00	0.00	0.71	0.00	0.70	清洁
		点位 3	0.25	0.02	0.74	0.98	0.20	0.84	0.16	0.85	0.91	0.84	0.92	0.003	0.74	0.09	0.00	0.00	0.00	0.79	0.00	0.76	尚清洁
		点位 4	0.41	0.03	0.38	0.57	0.14	0.23	0.15	0.66	0.55	0.99	0.82	0.004	0.50	0.06	0.09	0.00	0.00	0.75	0.06	0.74	尚清洁
		点位 5	0.09	0.02	0.50	0.43	0.21	0.26	0.16	0.83	0.95	0.90	0.81	0.003	0.64	0.06	0.00	0.00	0.00	0.74	0.00	0.72	尚清洁
		平均值	0.21	0.03	0.46	0.58	0.18	0.35	0.16	0.74	0.69	0.93	0.76	0.00	0.58	0.06	0.02	0.00	0.00	0.72	0.01	0.70	清洁
	采样 区 2	点位 1	0.40	0.03	0.11	0.25	0.22	0.38	0.41	0.78	0.95	0.97	0.63	0.002	0.63	0.01	0.01	0.00	0.00	0.74	0.01	0.72	尚清洁
		点位 2	0.44	0.02	0.10	0.28	0.17	0.38	0.39	0.91	0.95	0.91	0.68	0.002	0.66	0.01	0.00	0.00	0.00	0.73	0.00	0.71	尚清洁
		点位 3	0.66	0.04	0.10	0.25	0.19	0.38	0.39	0.78	0.95	0.92	0.72	0.004	0.63	0.01	0.27	0.00	0.00	0.74	0.20	0.72	尚清洁
		点位 4	0.26	0.03	0.13	0.25	0.25	0.39	0.39	0.80	0.85	0.87	0.61	0.002	0.63	0.02	0.00	0.00	0.00	0.67	0.00	0.65	清洁
		点位 5	0.29	0.04	0.09	0.23	0.26	0.37	0.40	0.76	0.91	0.97	0.62	0.003	0.67	0.01	0.22	0.00	0.00	0.74	0.16	0.73	尚清洁
		平均值	0.41	0.03	0.10	0.25	0.22	0.38	0.40	0.81	0.92	0.93	0.65	0.00	0.65	0.01	0.10	0.00	0.00	0.72	0.07	0.70	清洁
	采样 区 3	点位 1	0.76	0.03	0.10	0.28	0.39	0.35	0.37	0.83	0.83	0.93	0.60	0.004	0.77	0.02	0.00	0.00	0.00	0.73	0.00	0.71	尚清洁
		点位 2	0.53	0.04	0.10	0.29	0.40	0.32	0.34	0.84	0.95	0.93	0.69	0.003	0.78	0.02	0.00	0.00	0.00	0.74	0.00	0.72	尚清洁
		点位 3	0.48	0.02	0.09	0.28	0.30	0.31	0.35	0.83	0.82	0.96	0.57	0.003	0.79	0.02	0.00	0.00	0.00	0.74	0.00	0.72	尚清洁
		点位 4	0.82	0.03	0.10	0.27	0.36	0.32	0.36	0.80	0.87	0.83	0.54	0.004	0.78	0.02	0.00	0.00	0.00	0.69	0.00	0.66	清洁
		点位 5	0.45	0.03	0.09	0.26	0.30	0.29	0.33	0.93	0.82	0.85	0.51	0.003	0.74	0.01	0.00	0.00	0.00	0.71	0.00	0.70	清洁
		平均值	0.61	0.03	0.10	0.27	0.35	0.32	0.35	0.85	0.86	0.90	0.58	0.00	0.77	0.02	0.00	0.00	0.00	0.70	0.00	0.68	清洁

6 结论与展望

6.1 结论

结合各采样区的基本情况，本次连云港市畜禽养殖场周边土壤监测及评价结果表明，土壤理化指标、无机污染物及有机污染物共计 20 项指标均未有超标值出现，土壤环境质量总体状况较好，处于尚清洁状态。

6.2 问题及建议

随着经济快速发展，我市各化工产业园区在高速扩张，各类工业项目在持续不断引进，废水和废气中各种复杂有机物以及重金属对周围环境包括土壤的污染也将日益严重。如何更好的保护有限的土地资源，从而保障人体健康，已迫在眉睫。

通过本次土壤监测工作，可以看出，我市在此项工作中仍存在诸多不足，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。