

附三：

项目编号： 201601

合肥学院硕士研究生项目学习

结项报告书

项目名称： 安徽省畜禽粪便污染现状分析及其风险评价

项目来源： 安徽省农业科学院

所属专业： 环境工程

学 分： 平均 4 学分 / 人

项目完成人： 李彩丹

指导教师： 张 洁 闫晓明

所属系（部）： 生物与环境工程系

项目负责人联系电话： 13965144532

项目负责人电子邮箱： bst@hfuu.edu.cn

研究起止时间： 2016年08月01日至2016年08月31日

合 肥 学 院 研 究 生 处 制

二 〇 一 六 年 八 月

一、开题工作小结

(开题时间、地点, 参与人员, 项目实施计划, 导师指导意见等)

(一) 研究目的和意义

随着市场需求的日益扩大, 越来越多的规模化、集约化饲养场发展起来。规模化、集约化饲养场建立的同时, 由于大量畜禽粪便及其臭气等的排放, 对环境造成了严重污染, 这种污染不仅威胁周围居民的身心健康, 同时也威胁其自身的发展。

该项研究的目的是准确、及时、全面地反映某一地区的禽畜粪便污染现状, 能够进一步分析对耕地和水体的污染程度, 为环境管理、污染源控制、环境规划等提供科学依据。

(1) 全面了解整个安徽省的禽畜粪便污染情况以及对环境带来的影响;

(2) 促进饲养业的发展, 使其能够有效地综合利用;

(3) 有利于周围居民的身心健康, 为人们创造良好的生活工作环境;

(4) 提高当地的经济效益, 促进社会经济的发展;

(5) 为保护人类健康、保护环境、合理使用自然资源、制订环境法规、标准、规划等服务, 为当地生态环境的保护提供理论依据。

(二) 预期成果

(1) 全面了解整个安徽省的禽畜粪便污染情况以及对环境带来的影响;

(2) 学会一些数据资料收集的方法, 能够运用排泄系数来估算禽畜粪便量;

(3) 熟练掌握 MapInfo、Photoshop 作图软件及 SPSS、Origin 数据处理分析软件;

(4) 掌握如何计算某一地区禽畜粪便耕地污染负荷及水体等标污染负荷指数, 并对各地区禽畜粪便对耕地和水环境的污染现状进行评价, 划分其污染风险等级。

(三) 人员分工和时间安排

实施时间	研究阶段	实施地点	研究目标
2016-08-01 至 2016-08-10	第一 阶段	安徽省农业科学院	通过实习调查、查阅相关文献等查找相关数据，了解安徽省各个地区禽畜粪便处理的情况，制定评价方案
2016-08-11 至 2016-08-21	第二 阶段	安徽省农业科学院	自主学习 MapInfo、Photoshop 作图软件以及 SPSS、Origin 数据处理分析软件，用软件对数据进行处理分析；
2016-08-22 至 2016-08-31	第三 阶段	安徽省农业科学院	结果分析，项目总结

学生签名：

年 月 日

导师意见:

校内外导师签名:

年 月 日

二、中期检查与指导

中期工作小结：

2016 年 6 月 14 日来到安徽省农业科学院实习，直至今日 8 月 21 日为止，已在安徽省农业科学院实习两个多月，实习过程当中收获很大。

（一）畜禽粪便对环境的影响现状

畜禽粪便污染主要是指在农业生产活动或养殖场中所产生的污染物，通过地表径流、农田排水和地下渗漏进入水体，或吸附于土壤等引起的水体、土壤、大气的污染过程。

规模化养殖现状：规模化养殖是指达到一定规模的养殖场。按照 2001 年国家环保总局发布的《畜禽养殖业污染物排放标准》（GB18596-2001）的规定，禽畜规模养殖，通常是指常年存栏量为 500 头以上的猪、3 万只以上的鸡和 100 头以上的牛的禽畜养殖场。目前，每年牲畜排出的粪便多达 25 亿 t，是工业固体废物的 2 倍多。许多大中型畜禽养殖场在建立之初对畜禽粪便的无害化、资源化处理的总体考虑，致使相当一部分畜禽粪便被直接排入河流或随意堆放。一方面农田流失的氮、磷等一同导致了河流、湖泊、近海海域的富营养化；畜禽粪便中的各种病原体对水体污染影响巨大，成为引发水体有机污染的重要原因；另一方面，畜禽粪便还污染了周边环境，极易引发疾病流行。

规模化、集约化养殖场给周围环境的空气、水源、土壤、作物都会造成严重污染，按污染负荷折算，一头猪相当于 10 口人，10 只鸡相当于 7 口，规模化养殖的污染问题严峻，养殖治理任务艰巨。

(1) 对大气的污染。畜禽粪尿中含有大量降解的或未降解的有机物，其中主要为碳水化合物，排出体外后会迅速腐败发酵，分解产生的甲烷、硫醚、吲哚、臭粪素、硫化氢、氨等气体，会产生恶臭，刺激人呼吸道、眼黏膜，降低黏膜的抗病力。在一定条件下，氨中的氮被氧化为二氧化氮，溶于水变成硝酸，使环境 pH 值下降。畜禽舍内的微生物通过空气气流弥散，与水、尘埃相结合悬浮在空气中，形成微生物气溶胶，这些带有病原微生物的气溶胶可随风飘到很远的地方，对人造成危害。

(2) 对水的污染。养殖场排出的污水包括尿、冲洗物、部分粪便和食物残渣、畜产品加工过程中的污水，其中含有大量有机物、病原微生物、寄生虫及虫卵和重金属等，这些未经处理的污水排放后会污染地表水、地下水、河流、池塘和海洋。有机物在水中分解，消耗水中的溶解氧，氧耗尽后厌氧菌大量繁殖，不管是有氧还是无氧，含有大量有机物质的污水都是病原生物很好的营养基，这些污水渗透到哪里就污染到哪里。

(3) 对土壤的污染。未经处理的畜禽粪尿中含有大量的病原微生物、寄生虫及虫卵，可在土壤

中生存和繁殖，扩大传染源，一些人兽禽共（互）患病的病原微生物可在土壤中保持致病力数年，甚至数十年之久，如炭疽杆菌芽胞可在污染土壤中保持 20—30 年仍有致病力。

（二）数据来源与研究方法

本项目采用的数据主要来源于 2008—2015 年《安徽省统计年鉴》畜禽养殖量数据、耕地面积数据和水资源总量数据。

各类畜禽粪便量及其猪粪当量的计算

本研究根据各种牲畜饲养周期选取不同的基础数据，在参考了国内近几年的研究，并结合安徽省畜禽养殖的相关参数：在估算各种畜禽平均饲养期时，存栏头数的饲养期按全年（365d）计算；对于出栏量的饲养周期，家禽饲养周期分为肉禽 55d、蛋禽 11d，猪的饲养周期 199d。饲养量统计：将牛的存栏量作为一年中稳定的饲养量；猪、家禽的饲养周期不足一年，所以将出栏量作为稳定的饲养量；安徽省 2008—2015 年，羊一年中的出栏和存栏量总体基本持平，2009 年后出栏量略多于存栏量，故将出栏量作为饲养量计算。在未考虑饲养周期的前提下，采用以下计算方法：出/存栏量（头/只）×日排泄系数（kg·d⁻¹）×365（d）。其中各畜禽日排泄系数采用国家环境保护总局公布的数据（见表 1）

表 1 各类畜禽粪便日排泄系数/kg·d⁻¹

项目	牛/头	猪/头	羊/只	家禽/只
粪	20.0	2.0	2.6	0.125
尿	10.0	3.3	—	—

根据以上方法和所查数据资料计算安徽省各个地市的畜禽粪便量（包括粪、尿两部分），再根据各类畜禽粪便的猪粪当量换算系数（以含氮量为标准）计算各类畜禽粪便量的猪粪当量（见表 2）

表 2 各类畜禽粪便猪粪当量换算系数

项目	猪粪	猪尿	牛粪	牛尿	家禽类	羊粪
氮/%	0.70	0.33	0.45	0.80	1.37	0.80
换算系数	1.00	0.51	0.69	1.23	2.10	1.23

畜禽粪便养分含量系数

本研究在估算畜禽产生的粪便总量时采用的是畜禽直接排泄的新鲜粪便，因此在选用畜禽粪便养分含量系数时也仅选择新鲜粪便样品的养分含量（见表 3）

表 3 畜禽粪便中污染物平均含量/kg·t ⁻¹					
种类	COD	TP	TN	BOD	NH ₄ ⁺ -N
牛粪	31. 0	1. 18	4. 3	25. 53	1. 71
牛尿	6. 0	0. 40	8. 00	4. 00	3. 47
猪粪	52. 0	3. 41	5. 88	57. 03	3. 08
猪尿	9. 0	0. 52	3. 30	5. 00	1. 43
羊粪	4. 6	2. 60	7. 50	4. 10	0. 80
禽粪	45. 7	5. 80	10. 40	38. 90	2. 80

畜禽粪便耕地负荷量的计算

目前，畜禽粪便处理的主要出路是作为有机肥料还田，国外许多发达国家也将农田作为畜禽粪便的负载场所加以消化其中的养分。由于不同类型的粪便，其肥效养分差异较大，故其农田消纳量也有较大差异。根据各类畜禽粪便的含氮量，将各种畜禽粪便统一换算成猪粪当量，然后叠加成猪粪总量。因此，以当年有效农田耕地面积作为实际的负载面积来计算安徽省畜禽粪便猪粪当量负荷。其计算公式为：

$$q = Q / S = \sum XT / S$$

式中：q 为畜禽粪便以猪粪当量计算的负荷量 [t·(hm²·a)⁻¹]；

Q 为各类畜禽粪便相当猪粪当量总量(t·a⁻¹)；

S 为有效耕地面积(hm²)；

X 为各类畜禽粪便量(t·a⁻¹)；

T 为各类畜禽粪便换算成猪粪当量的换算系数。

畜禽粪便流失入水体负荷量的计算

畜禽粪尿堆放及清粪冲洗极易流失进入到水体中，但在不同地区、不同管理水平下畜禽粪尿的流失程度差异很大。查阅相关文献，可知从全国来看，畜禽粪便污染物进入水体的流失率在 2%～8%的范围内，液体排泄物则可能达到 50%。安徽所处地区水系相对发达，近 10 年全省平均降雨在 1000mm 左右，同时参考马林、闫铁柱和张绪美等的研究，将安徽省畜禽粪尿进入水体流失率采用 30%计算。

等标污染负荷是污染评价中经常使用的评价指标，它主要反映污染源本身潜在的污染水平，采用等标污染负荷法对污染物进行评价，用污染物的排放量除以环境中污染物的限量标准，把污染物的排放量转化为“把污染物全部稀释到评价标准所需的介质量”。计算结果不但反映了污染物在量上对环境的影响，也反映了污染物在质上对环境的影响。统一转化之后，使同一污染源所排放污

染物之间、不同污染源之间在对环境的潜在影响上进行比较成为可能。

采用此方法对各种污染源的污染负荷进行评价，评价因子选为 COD、BOD、 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 、TN 和 TP。
计算公式如下：

i 污染物的等标排放量为： $P_i = c_i / c_0$ 。

式中， P_i 为 i 污染物的等标排放量 (m^3)，

c_i 为 i 污染物流失量 ($\text{t} \cdot \text{a}^{-1}$)，

c_0 为污染物标准浓度（按照 GB 3838-2002 III 类标准系列的阈浓度）

COD 为 $20\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ，BOD 为 $4\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ， $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 为 $1\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ，

TN 为 $1\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ，TP 为 $0.21\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ）。

由于各市水资源总量的变化与丰水期、平水期和枯水期的影响关系密切，但水资源总量总是围绕一个范围波动，故将水资源总量数据取 2008~2015 年各地区水资源总量的平均值，这样能较好地反映各地区水资源总量的差异，同时也便于畜禽粪便产生的污染物对水体影响的比较。

其他计算公式：

某污染源污染物的流失量 = 流失率 $\times$ 该污染源污染物的排放量

某地区污染物的扩散浓度 = 该地区污染源的排放量 / 该地区水资源总量

某地区污染的等标污染指数 = 该地区污染源的等标排放量 / 该地区水资源总量

学生签名：

年 月 日

导师评价与指导：

校内外导师签名：

年 月 日

三、项目学习总结

（项目学习过程描述、取得的成果以及存在的问题等。）

畜禽粪便耕地负荷

畜禽养殖业产生的大量粪便主要是直接还田。所以把农田耕地面积作为畜禽粪便实际的负载面积。对安徽省 2008~2009 年与 2014~2015 年畜禽粪便负荷求平均值，从而增加数据的准确性。以产粮区为例，在化肥习惯施用量为 $225 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 纯氮的基础上，猪粪当量以 $15 \sim 30 \text{ t} \cdot (\text{hm}^2 \cdot \text{a})^{-1}$ 为宜，最大施用量以 $45 \text{ t} \cdot (\text{hm}^2 \cdot \text{a})^{-1}$ 为上限，如表 4 所示本区畜禽粪便负荷量警报值平均分别为 0.51 和 0.36，表明 2005~2006 年畜禽粪便负荷量总体处于 II 级水平，其中亳州，处于 III 级预警级别，另有宿州、蚌埠、阜阳、淮南、滁州、六安、宣城、安庆和黄山这 9 个地区处于 II 级预警级别；2014~2015 年畜禽粪便负荷量总体处于 I 级水平，但仍有合肥、宿州、蚌埠、宣城和黄山这 5 个地区处于 II 级预警级别，超出了农田的消纳能力，对周围环境构成一定威胁。

表 4 畜禽粪便农田负荷风险指数和预警级别

地区	2008 ~2009 年		2014 ~2015 年	
	风险指数 r	预警级别	风险指数 r	预警级别
合肥	0.40	I	0.61	II
淮北	0.31	I	0.23	I
亳州	0.77	III	0.24	I
宿州	0.53	II	0.42	II
蚌埠	0.47	II	0.43	II
阜阳	0.68	II	0.37	I
淮南	0.60	II	0.31	I
滁州	0.43	II	0.32	I
六安	0.43	II	0.40	I
马鞍	0.28	I	0.27	I
巢湖	0.35	I	0.22	I
芜湖	0.29	I	0.30	I
宣城	0.42	II	0.52	II
铜陵	0.22	I	0.24	I
池州	0.34	I	0.28	I
安庆	0.42	II	0.36	I
黄山	0.56	II	0.51	II
平均	0.51	II	0.36	I

$r \leq 0.4$ ，为 I 级，无污染； $0.4 < r \leq 0.7$ ，为 II 级，稍有污染； $0.7 < r \leq 1.0$ ，为 III 级，有污染； $1.0 < r \leq 1.5$ ，为 IV 级，污染较严重； $r > 1.5$ ，为 V 级，污染严重。

畜禽粪便纯氮、 磷养分耕地负荷

单位耕地面积上畜禽粪便氮、磷营养元素的负荷反映了畜禽粪便对于耕地土壤的污染风险。经研究表明,大面积化肥年施氮 N 量应该控制在 $150\sim 180\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$, 超过这一水平就会引起环境污染。粪便年施氮量与土壤质地、肥力和气候等自然条件有关, 综合考虑这些影响因素, 如表 5 所示, 2008~2009 年安徽省单位面积耕地负荷的畜禽粪便纯氮 N 养分的平均值是 $138.1\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$, 亳州、阜阳、淮南以及黄山这 4 个地区的耕地粪便 N 养分负荷超过 $150\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$, 其中亳州和阜阳超过了欧盟限量标准 $170\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$; 2008~2009 年单位面积耕地负荷的畜禽粪便纯氮(N)养分的平均值是 $83.8\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$, 17 个地区均没有超过 $150\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 。说明 2008~2009 年安徽省部分地区的畜禽粪便纯氮养分已经威胁到了耕地土壤环境, 近几年随着畜禽粪便纯氮养分总量的下降, 对环境的威胁有所降低。磷素在农田中的移动性较差, 易累积在土壤中。农田中过量的磷会通过土壤的淋洗而进入地表径流造成水体的富营养化。土壤的粪便年施磷量不能超过 $35\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$, 过量会引起土壤磷的淋洗, 造成环境的污染。2008~2009 年安徽耕地负荷的畜禽粪便纯磷(P)养分平均值为 $39.0\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$, 亳州以 $50.9\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 位居全省首位, 9 个地区的单位耕地面积负荷的粪便纯 P 养分量超过了极限值 $35\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ (表 5)。2008~2009 年, 耕地负荷的畜禽粪便纯 P 养分平均值为 $34.5\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$, 合肥以 $66.5\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 居首位, 同时宣城以 $55.9\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 也超过了 2001~2002 年最高的亳州、宿州、蚌埠、六安、黄山这 4 个地区粪便纯 P 养分量也超过了极限值 $35\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$, 说明了虽然近两年总体平均值低于 2008~2009 年的平均值, 但个别地区的粪便纯 P 养分升高幅度较大, 对当地的污染风险较大。

畜禽粪便养分污染水体负荷

据计算, 2008~2009 年安徽省畜禽粪便向水体排放污染物 TN、TP、COD、 BOD_5 、 NH_4^+-N 共 159.8 万 t(表 6), 其中以 COD 和 BOD 为主, 分别占 43.9%和 38.0%, 各地区受畜禽粪便污染的程度差异较大, 其中亳州和阜阳污染程度最为严重, 扩散浓度分别达到 $82.49\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 和 $61.57\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$, 另有宿州、淮南、蚌埠、合肥、滁州这 5 个地区的扩散浓度在 $30\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 以上, 最低的黄山只有 $3.20\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$; 2014~2015 年向水体排放污染物共 111.4 万 t, 与 2008~2009 年相似, COD 和 BOD 分别占 43.7%、39.4%, 污染程度严重的为合肥和宿州, 扩散浓度 $45.12\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 和 $38.02\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$, 还有蚌埠、阜阳这两个地区在 $30\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 以上, 其他地区均在 $30\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 以下, 其中有宣城、铜陵、池州和黄山这 4 个地区的扩散浓度在 $10\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 以下, 相对 2008~2009 年污染程度有下降的趋势。

根据上述参数和等标排放量的计算公式, 计算得出各地区畜禽粪便污染源的等标排放量和等

标污染指数, 2008~2009 年安徽省畜禽粪便污染源的等标排放量中 TP、TN 和 BOD 分别占总量的 36. 7%、26. 0%和 22. 6%, 2014~2015 年畜禽粪便污等标排放量中 TP、TN 和 BOD 分别占总量的 43. 5%、21. 1%和 22. 2%, 说明安徽省畜禽粪便对水环境的污染主要是 TP, 其次是 BOD 和 TN 的污染, 并且 P 素污染的比例有上升的趋势。

表 5 各类畜禽粪便污染物耕地污染负荷/ $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$

地区	2008 ~2009 年			2014 ~2015 年		
	TN	TP	COD	TN	TP	COD
合肥	105. 2	36. 7	478. 1	140. 5	66. 5	714. 2
淮北	85. 5	25. 3	299. 2	59. 2	23. 9	205. 8
亳州	215. 6	50. 9	805. 6	58. 1	21. 7	228. 7
宿州	145. 1	41. 1	486. 0	104. 3	39. 2	376. 9
蚌埠	128. 8	34. 5	500. 0	96. 5	38. 2	436. 3
阜阳	191. 0	46. 7	727. 7	86. 7	32. 8	399. 9
淮南	167. 9	40. 1	680. 1	69. 4	29. 1	322. 8
滁州	115. 9	36. 2	498. 4	72. 4	29. 5	377. 5
六安	115. 4	37. 7	504. 6	92. 4	38. 7	453. 8
马鞍	72. 7	28. 6	300. 6	64. 1	27. 6	295. 2
巢湖	88. 2	33. 1	397. 6	48. 6	22. 7	253. 8
芜湖	75. 7	28. 1	354. 4	69. 4	33. 0	345. 8
宣城	108. 6	37. 8	482. 7	115. 3	55. 9	575. 5
铜陵	57. 9	20. 1	266. 9	55. 5	26. 3	283. 9
池州	92. 5	28. 8	439. 1	66. 2	28. 8	360. 3
安庆	116. 1	32. 8	538. 7	80. 4	34. 4	451. 5
黄山	157. 0	44. 3	760. 5	118. 4	45. 4	717. 9
平均	138. 1	39. 0	552. 7	83. 8	34. 5	390. 4

表 6 畜禽粪便污染物流失量和扩散浓度

地区	2008 ~2009 年		2014 ~2015 年	
	流失量/t	扩散浓度/mg • L ⁻¹	流失量/t	扩散浓度/mg • L ⁻¹
合肥	85567. 8	36. 65	105332. 9	45. 12
淮北	28461. 5	29. 69	20345. 3	21. 22
亳州	274457. 1	82. 49	80038. 8	24. 06
宿州	172202. 8	49. 88	131273. 5	38. 02
蚌埠	99053. 8	39. 27	86157. 8	34. 15
阜阳	290222. 6	61. 57	158131. 6	33. 55
淮南	44772. 6	48. 84	25150. 8	27. 44
滁州	137879. 1	31. 96	101059. 6	23. 43
六安	150066. 5	14. 92	132754. 7	13. 20
马鞍	9990. 3	14. 96	9967. 4	14. 93
巢湖	75745. 2	17. 94	49373. 1	11. 69
芜湖	22005. 1	11. 85	19667. 1	10. 59
宣城	53415. 6	6. 66	59273. 5	7. 39
铜陵	4391. 0	7. 37	4490. 4	7. 54
池州	25180. 1	4. 47	20183. 7	3. 58
安庆	97685. 9	11. 67	87690. 9	10. 48
黄山	26757. 2	3. 20	22805. 3	2. 72
全省	1597854. 3	22. 72	1113696. 6	15. 84

畜禽粪便综合环境评价

畜禽粪便耕地负荷采用沈根祥等研究得出 2008~2009 年安徽省畜禽粪便耕地负荷Ⅲ级预警地区为亳州，Ⅱ级预警地区为宿州、蚌埠、阜阳、淮南、滁州、六安、宣城、安庆和黄山这 9 个地区；2014~2015 年耕地负荷Ⅱ级预警地区为合肥、宿州、蚌埠、宣城和黄山这 5 个地区。综合可见，安徽省畜禽粪便耕地负荷总体处在Ⅰ~Ⅱ级预警级别范围，单独从畜禽粪便猪当量污染负荷来看畜禽粪便对安徽省的污染风险水平较低，但不能忽略个别地区已经存在污染风险的可能。分析单位耕地面积上畜禽粪便氮、磷营养元素的负荷得出：2008~2009 年安徽省单位面积耕地负荷的畜禽粪便纯氮(N)养分处于风险水平(N 养分负荷超过 150 kg • hm⁻²) 以上的为亳州、阜阳、淮南以及黄山这 4 个地区，合肥、宿州、滁州、蚌埠、六安、宣城和安庆这 7 个地区 N 养分负荷超过 100kg • hm⁻²对环境存在潜在的风险较大；2014~2015 年 17 个地区单位面积耕地负荷的畜禽粪便纯氮(N)养分负荷均没有超过 150 kg • hm⁻²，但合肥、黄山、宿州、蚌埠和宣城这 5 个地区的 N 负荷超过 100kg • hm⁻²。2008~2009 年安徽耕地负荷的畜禽粪便纯磷(P)养分处于风险水平(35 kg • hm⁻²) 以上的为合肥、亳州、宿州、阜阳、淮南、滁州、六安、宣城和黄山这 9 个地区；2014~2015 年 P 负荷处于风险水平之上的为合肥、宿州、蚌埠、六安、宣城和黄山这 6 个地区。对于畜

禽粪便纯 N 污染风险说明 N 污染的风险开始减弱, 但个别地区 N 水平仍处于一个较高的水平, 值得人们注意。对畜禽粪便纯 P 的污染, 对比 2 个阶段的 P 负荷平均值均在风险水平以上, 说明 P 素对环境污染水平高于 N 素污染水平, 个别地区虽有下降, 但仍有部分地区的污染水平较高。

本研究涉及的污染物为 TN、TP、COD、BOD 和 NH_4^+-N , 参照《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002) 中相应水质分级标准, 本研究中将等标污染指数划分为 5 个等级: 等标污染指数在 0~5 范围为 I 级, 对水体无污染风险; 5~10 范围为 II 级, 对环境稍有污染; 10~15 范围为 III, 对环境有污染; 15~20 范围为 IV 级, 对环境污染较严重; 20 以上为 V 级, 对环境污染严重。如图 1 可知, 2008~2009 年安徽省畜禽粪便对水体污染程度在 II 级及以上的为: II 级为巢湖、马鞍、六安和芜湖, III 级为淮北、滁州, IV 级为合肥、蚌埠、淮南, V 级为亳州、宿州、阜阳。2014~2015 年: II 级为巢湖、马鞍、六安和滁州, III 级为淮北、亳州、阜阳、淮南, IV 级为合肥、宿州、蚌埠。与耕地污染不同, 畜禽粪便对水体的污染还受当地水资源总量的影响以及污染物总量的影响, 总体水平略有下降, 但大部分地区污染仍处在一个较高的水平, 比如合肥的等标污染负荷没降反升。

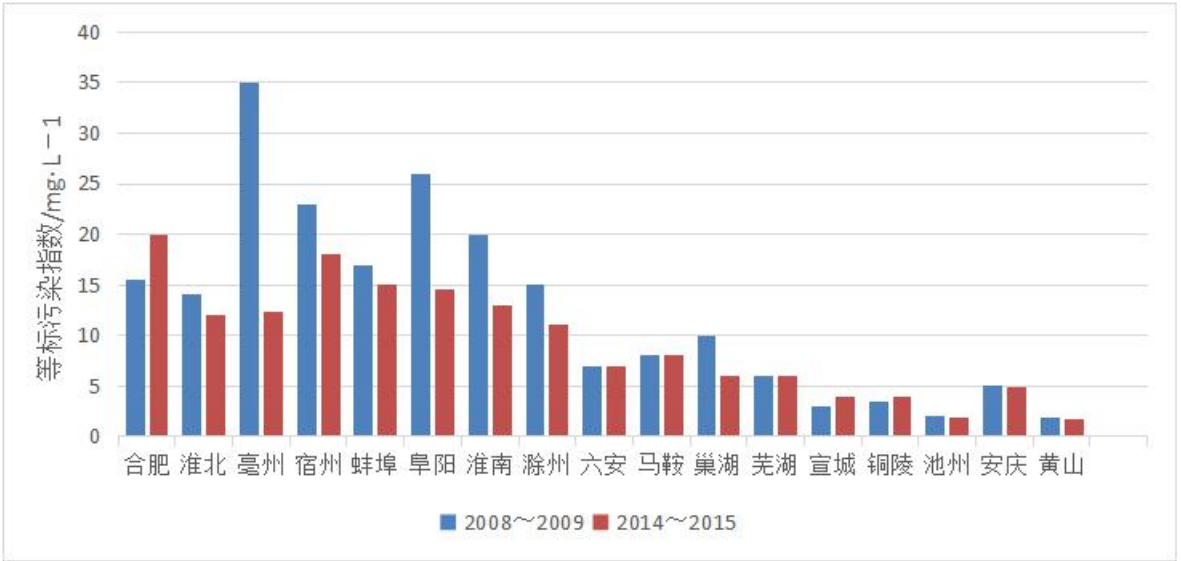


图 1 安徽省各地区畜禽粪便等标污染指数

结论

(1) 2014~2015 年与 2008~2009 年比较, 安徽省畜禽粪便耕地负荷从 0.51 处于 II 级预警级别下降为 0.36 处于 I 级预警级别, 纯 N、纯 P 耕地负荷量分别从 $138.1 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 下降到 $83.8 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$; $39.0 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 下降到 $34.5 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$; 对水环境等标污染负荷指数从 9.58 下降到 7.03; 总体上污染程度呈下降趋势, 但各地区间存在较大的差异, 个别地区畜禽粪便已对耕地和水体造成较严重污染。

(2) 2014~2015 年畜禽粪便对耕地和水体均造成污染的地区已由 2008~2009 年的亳州、宿州、

阜阳、淮南转变为合肥、宿州、蚌埠；2014~2015 年相比 2008~2009 年，畜禽染物中 P 素对环境污染水平有升高的趋势，这些问题必须引起人们注意。

学生签名：

年 月 日

导师评价：

校内外导师签名：

年 月 日

四、结项鉴定

(需明确是否同意结项，并就研究过程的科学性及成果的应用价值作出明确结论)

得分：_____ 鉴定等级：

专家组组长（签名）：

专家组成员（签名）：

年 月 日