

王 迪,王明新,钱中平,等. 基于增强回归树的畜禽养殖业减污增效供给侧改革分析[J]. 江苏农业科学,2017,45(19):112-117.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.19.025

基于增强回归树的畜禽养殖业减污增效 供给侧改革分析

王 迪¹,王明新²,钱中平¹,祝孔亮²

(1.常州信息职业技术学院经贸管理学院,江苏常州 213164; 2.常州大学环境与安全工程学院,江苏常州 213164)

摘要:采用增强回归树(boosting regression tree,简称 BRT)方法分析了 2012—2015 年我国除港澳台之外畜禽养殖业排污强度省际差异的影响因素及其贡献率,在此基础上讨论了我国畜禽养殖业减污增效的供给侧改革对策。结果表明,目前我国华北地区、黑龙江、辽宁、宁夏、山东、上海、广东、浙江和河南等地的畜禽养殖业排污强度较高,是畜禽养殖业减污增效的关键地区;畜禽养殖业排污强度总体上随着生猪饲养规模和奶业比重的增加而增大,随着牧业比重和氨氮/总氮比值的增加而降低,随着奶牛饲养规模、生猪比重、化学需氧量(简称 COD)/氨氮比值和农牧比值等的增大呈先增大后降低趋势。东部沿海地区应重点推进规模化生猪养殖场向生态化和零排放转型;西北牧业、半牧区应充分挖掘优质牧草的生产潜力,做到以草定畜、草畜平衡,从而实现粪污的循环利用;东北和华北粮食主产区应突出农牧结合、以地定畜,优化养殖场空间布局便于粪污无害化处理与就地还田。

关键词:畜禽养殖业;增强回归树方法;排污强度;供给侧改革;减污增效措施;省际差异

中图分类号: F062.2;F326.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2017)19-0112-05

近 20 年来我国畜牧业得到了持续稳定的发展,畜牧业总产值从 1996 年的 0.63 万亿元上升到 2015 年的 2.98 万亿元,年增长率为 6.43%,为保障城乡肉蛋奶供应、繁荣农村经济作出了重大贡献,但同时也引发了严重的环境污染问题。畜禽养殖粪便和污水中含有大量的耗氧类有机物和氮、磷等营养物质,排入水体后会使得水生生物过度繁殖、溶解氧含量急剧下降,容易引发富营养化问题。2015 年我国畜禽养殖业排放的废水中化学需氧量(简称 COD)和氨氮的排放量分别为 10.16×10^6 t、 5.52×10^5 t,分别是当年工业源排放量的 3.46、2.54 倍,可见畜禽养殖业已超过工业成为现阶段我国水体污染物的主要来源。

2017 年中央一号文件《关于深入推进农业供给侧结构性改革加快培育农业农村发展新动能的若干意见》指出,农业的主要矛盾由总量不足转变为结构性矛盾,突出表现为阶段性供过于求和供给不足并存,矛盾的主要方面在供给侧。我国畜禽产品供需进入了总量基本平衡、阶段性过剩与结构性问题并存的新阶段,高污染已成为我国许多地区畜禽养殖业持续发展的短板问题^[1]。通过供给侧改革“补短板”实现增效减污,促进畜禽养殖业由主要满足量的需求的粗放式发展

模式向更加注重满足质的需求的绿色生态可持续发展模式转变,是畜禽养殖业污染治理和可持续发展的重要途径。畜禽养殖业污染负荷可以分解为产值与单位产值排污量的乘积。为保障“菜篮子”供应和农村经济发展,畜禽养殖业产值仍须继续增长,因此控制畜禽养殖业单位产值的排污量即排污强度是面向减污增效的畜禽养殖业供给侧改革的关键。

目前农业供给侧改革得到了大量的研究,主要集中在供给侧改革的背景、意义、内涵、难点、方向、政策解读、路径选择、推进措施等方面^[2-6]。但多数研究为定性研究,很少开展定量分析;通常是关注农业整体的供给侧改革,很少聚焦于畜禽养殖业;大部分是对“去库存、降成本、补短板”等供给侧理论内涵的演绎,很少从生态环境视角进行专题研究。在畜禽养殖污染方面,由于我国国家统计局部门自 2012 年以后才开始发布畜禽养殖业污染物排放量数据,因此大量研究侧重关注畜禽粪便产生量、农田粪污负荷及其时空特征等,并在此基础上分析畜禽养殖业污染防治策略,而未能根据实际排污状况进行深入分析^[7-10]。也有学者对畜禽养殖业供给侧改革进行了初步研究,但未关注其生态环境问题^[1,10-11]。

本研究以畜禽养殖业单位产值的等标污染负荷来表示排污强度,以 2012—2015 年除港澳台之外各省、自治区和直辖市为研究对象,采用增强回归树(boosting regression tree,简称 BRT)方法分析畜禽养殖业排污强度的省际差异及其影响因素,在此基础上探讨畜禽养殖业供给侧减污增效措施,旨在为各地区因地制宜制定畜禽养殖业供给侧改革政策措施提供参考。

1 材料和方法

1.1 排污强度的计算方法

本研究纳入计算的污染物为列入 GB 18596—2001《畜禽

收稿日期:2017-08-22

基金项目:教育部人文社会科学研究规划基金(编号:14YJAZH078);

江苏省政策引导类计划(编号:BY2015027-08);江苏省高校“青蓝工程”学术带头人培养对象资助项目。

作者简介:王 迪(1982—),女,河南南阳人,硕士,讲师,主要从事农业、资源与环境经济研究。E-mail:wendywang19822000@163.com。

通信作者:王明新,博士,教授,主要从事环境模拟、评价与修复研究。E-mail:wmxcu@163.com。

养殖业污染物排放标准》的 COD、氨氮和总磷等 3 种,排污强度采用公式(1)计算:

$$PI = \left(\sum_{i=1}^3 \frac{P_i}{S_i} \right) / Q. \quad (1)$$

式中: PI 为畜禽养殖业排污强度; P_i 为第 i 种污染物排放量; S_i 为《畜禽养殖业污染物排放标准》中第 i 种污染物的排放标准限值; Q 为畜牧业总产值。

1.2 排污强度影响因素的分析方法

1.2.1 分析方法 采用 BRT 分析畜禽养殖业排污强度与各影响因素和指标的关系,测算各因素和指标对畜禽养殖业排污强度省际差异的贡献份额。BRT 是基于分类回归树算法的一种自学习方法,能够得出自变量对因变量的影响载荷,及其他自变量取均值或不变的情况下,该自变量与因变量的相互关系,并且输出的因变量与自变量关系很直观,结果容易理解,在国内外数据建模方面较多的应用^[11-14]。该方法在运算过程中多次随机抽取一定量的数据,分析自变量对因变量的影响程度,剩余数据用来对拟合结果进行检验,对生成的多重回归树取均值并输出,模型稳定性较高。BRT 在处理不同数据格式时具有很大的灵活性,且对预测变量的独立性无须作出事先假设,能够适应复杂的非线性关系^[15-16]。本研究 BRT 分析在 R 语言中完成,参数设置时,学习速率设置为 0.01,树的复杂性设置为 5。

1.2.2 指标选择 把影响畜禽养殖业排污强度的因素分解为布局因素、结构因素、规模因素和治理因素,反映各影响因素的指标及其选择依据如下:

1.2.2.1 布局因素 布局因素主要体现在农牧结合状况方面。根据养分循环利用的原理,畜牧业粪污中含有大量氮、磷等,它们是植物生长所必需的有机质和营养元素,大部分经适当处理可用作有机肥。然而,通过农牧结合办法处理,1 头奶牛的粪污需要 0.667 hm² 地来承载^[17]。如果养殖场规划建设过程中没有充分考虑周边农地的配置,再加上有机肥生产企业存在运输成本等问题,使得粪污难以就近消纳于农田,往往未经妥善处理就随意堆放,很容易因流失而造成污染。因此,本研究采用牧业比重(X_{11} ,%)、农牧比值(X_{12} ,无量纲)2 个指标来反映布局因素的影响。

1.2.2.2 结构因素 畜禽养殖结构直接影响粪便的产生量,进而影响各省(市、区)畜禽粪便的污染结构。具体来说,畜禽养殖业排污强度主要与畜禽类型结构和单位畜禽粪污产生量有关。例如,畜禽类型结构方面,目前我国生猪饲养所占比重较大,2015 年全国生猪饲养产值占畜牧业总产值的 28.01%,有的省(市、区)甚至高达近 70%;单位畜禽粪污产生量方面,奶牛的生命周期的粪便产生量可高达 20.49 t/头,远大于生猪、肉牛和禽类等其他畜禽^[17]。因此,生猪和奶牛养殖对畜禽养殖业排污强度可能存在较大的影响,本研究采用生猪比重(X_{21} ,%) 和奶业比重(X_{22} ,%) 2 个因素来反映结构因素的影响。其中生猪比重为各省(市、区)生猪饲养产值占畜牧业总产值的比例,奶业比重为奶业产值占畜牧业总产值的比例。

1.2.2.3 规模因素 我国畜禽养殖业规模化发展较快,2016 年我国畜禽养殖规模化率达到 56% 以上^[1]。规模化经营是标准化生产的内在要求,有助于提高养殖场(户)的生产管理水平和污染治理能力,但另一方面也容易造成农牧脱节,这主

要是由于畜禽粪污的运输半径较小,规模化发展往往给粪污还田利用带来困难,许多畜禽养殖场的粪污未经处理或简单处理后就把污染物直接排放到环境中。目前大中型畜禽养殖场 80% 分布在人口集中、水系发达的大城市周边和东部沿海地区,对环境构成严重的潜在威胁。本研究采用生猪饲养规模(X_{31} ,头/场)和奶牛饲养规模(X_{32} ,头/场)2 个指标来反映养殖场(户)规模因素的影响。其中生猪饲养规模为各省(市、区)生猪年末出栏数与生猪养殖场(户)数的比值,奶牛饲养规模为奶牛年末存栏数与奶牛养殖场(户)数的比值。

1.2.2.4 治理因素 目前我国畜禽养殖业粪污处理方式主要有生化处理、生态处理或生物-生态综合处理,以生化处理尤其是厌氧发酵处理为主,大多数是进入化粪池或大中型沼气工程进行厌氧发酵,附产物沼渣用于制取有机肥,沼液则直接还田或进行深度处理后达标排放,少数养殖场则采用发酵床生态养殖技术实现了粪污的零排放。厌氧处理方式对 COD 的去除率较高,但脱氮除磷效果不佳,厌氧好氧相结合的生化处理方式或生物-生态综合处理方式则有较好的脱氮除磷效果^[18-19]。因此本研究采用 COD/氨氮比值(X_{41})和氨氮/总氮比值(X_{42})2 个指标来反映治理因素的影响。

1.3 数据收集

由于我国统计部门从 2012 年才开始发布农业源污染物排放量统计数据,因此本研究的时段设定为 2012—2015 年,COD、氨氮和总磷排放量数据来自历年的《中国环境年鉴》。农林牧渔总产值、畜牧业总产值、农业总产值、生猪养殖场和奶牛养殖场数量、生猪饲养产值、奶业产值、生猪出栏量、奶牛存栏量等来自历年的《中国农业统计资料》或《中国畜牧兽医年鉴》,其他指标采用以上指标计算得出,其中农林牧渔总产值和畜牧业总产值统一折算为 2012 年不变价以消除通货膨胀的影响,各指标的统计值见表 1。

2 结果与分析

2.1 我国畜禽养殖污染负荷、排污强度及其省际差异

我国 2012—2015 年各省(市、区)畜禽养殖业等标污染负荷和排污强度分别见图 1、图 2。畜禽养殖等标污染负荷年际变化总体上呈下降趋势,等标污染负荷最大的省(市、区)包括山东、河南、河北、黑龙江、辽宁等,2015 年这些省(市、区)等标污染负荷均在 500 亿 t 以上,等标污染负荷小于 50 亿 t 的省(市、区)则有上海、西藏、贵州和青海。

由于等标污染负荷与畜禽养殖业总规模有关,因此采用排污强度可更好地反映畜禽养殖业的环境经济效率。2012—2015 年排污强度平均值为 29.6 ~ 31.2 kg/元,其中华北、东北、西北和华东地区的排污强度总体较高,4 年平均值分别为 46.74、35.46、32.03、31.62 kg/元;排污强度较低的地区为西南,4 年平均值仅为 11.53 kg/元,其次是华南地区的 25.06 kg/元 和华中地区的 27.76 kg/元。

各省(市、区)的排污强度之间存在很大的不均衡性,2015 年排污强度最高的是天津、宁夏和北京,均超过 50 kg/元,远高于全国平均水平;其次是山东、山西、上海和黑龙江,均超过 40 kg/元;排污强度大于 30 kg/元的省(市、区)还有河北、内蒙古、辽宁、广东、浙江、福建、河南;排污强度较低的省(市、区)为云南和西藏,分别为 4.90、7.96 kg/元;低于

表 1 2012—2015 年各省(市、区)畜禽养殖排污强度影响因素指标统计值

省(市、区)	X_{11}	X_{12}	X_{21}	X_{22}	X_{31}	X_{32}	X_{41}	X_{42}
北京	29.36 ~ 38.16	1.08 ~ 1.09	31.11 ~ 34.95	14.40 ~ 16.83	177.91 ~ 206.69	72.81 ~ 96.17	17.85 ~ 18.57	0.13 ~ 0.18
天津	25.64 ~ 27.58	1.87 ~ 1.90	37.41 ~ 41.80	22.29 ~ 22.74	180.58 ~ 217.59	64.33 ~ 88.1	20.76 ~ 21.99	0.16 ~ 0.22
河北	25.90 ~ 32.06	1.77 ~ 1.82	28.89 ~ 32.07	8.90 ~ 9.36	30.28 ~ 32.92	27.24 ~ 33.51	23.74 ~ 24.59	0.14 ~ 0.17
山西	21.08 ~ 23.22	2.78 ~ 2.84	32.74 ~ 39.63	9.07 ~ 10.94	19.24 ~ 29.29	5.14 ~ 7.02	18.57 ~ 18.74	0.16 ~ 0.20
内蒙古	39.96 ~ 43.41	1.05 ~ 1.15	11.56 ~ 13.29	21.25 ~ 27.29	8.64 ~ 9.93	11.20 ~ 23.64	68.43 ~ 72.44	0.04 ~ 0.07
辽宁	30.39 ~ 38.60	0.95 ~ 1.00	25.39 ~ 28.67	2.86 ~ 3.85	24.09 ~ 25.83	8.59 ~ 11.50	27.58 ~ 28.30	0.15 ~ 0.17
吉林	36.58 ~ 44.00	1.03 ~ 1.09	30.64 ~ 32.52	1.37 ~ 1.65	21.25 ~ 22.78	5.45 ~ 6.25	33.74 ~ 35.26	0.12 ~ 0.14
黑龙江	23.96 ~ 33.36	1.71 ~ 1.78	34.14 ~ 36.33	13.44 ~ 17.73	23.67 ~ 33.75	5.91 ~ 6.90	39.85 ~ 41.20	0.11 ~ 0.12
上海	20.19 ~ 23.01	2.34 ~ 2.36	51.93 ~ 55.14	16.53 ~ 20.03	215.73 ~ 336.84	574.26 ~ 650.94	10.98 ~ 11.82	0.24 ~ 0.27
江苏	14.35 ~ 19.96	2.42 ~ 2.58	36.77 ~ 38.25	2.05 ~ 2.21	31.41 ~ 44.75	104.01 ~ 107.77	14.06 ~ 14.19	0.28 ~ 0.30
浙江	14.91 ~ 20.37	2.24 ~ 2.34	68.74 ~ 69.97	1.55 ~ 1.91	26.74 ~ 33.27	20.75 ~ 45.10	9.08 ~ 9.52	0.33 ~ 0.41
安徽	25.45 ~ 29.63	1.67 ~ 1.69	47.80 ~ 52.26	0.70 ~ 0.86	11.39 ~ 15.29	72.24 ~ 88.91	13.10 ~ 13.15	0.30 ~ 0.32
福建	14.11 ~ 15.93	2.63 ~ 2.63	56.15 ~ 67.88	2.16 ~ 2.24	44.20 ~ 58.64	21.05 ~ 25.16	8.09 ~ 8.41	0.37 ~ 0.40
江西	26.13 ~ 31.04	1.33 ~ 1.36	60.29 ~ 64.43	0.93 ~ 1.06	31.94 ~ 37.56	80.68 ~ 92.09	9.44 ~ 9.74	0.32 ~ 0.34
山东	22.11 ~ 28.30	1.73 ~ 1.77	38.59 ~ 40.44	4.25 ~ 4.72	30.40 ~ 44.27	20.59 ~ 31.02	20.72 ~ 21.23	0.19 ~ 0.22
河南	31.04 ~ 33.67	1.76 ~ 1.76	37.55 ~ 42.72	4.95 ~ 5.49	41.37 ~ 50.38	11.36 ~ 12.54	13.53 ~ 14.03	0.20 ~ 0.22
湖北	25.28 ~ 27.90	1.87 ~ 1.87	64.13 ~ 66.11	0.54 ~ 1.04	11.29 ~ 14.30	146.51 ~ 205.05	10.55 ~ 10.88	0.28 ~ 0.31
湖南	22.50 ~ 29.76	1.78 ~ 1.82	66.29 ~ 68.32	0.22 ~ 0.25	13.32 ~ 15.33	79.23 ~ 83.85	9.96 ~ 10.21	0.34 ~ 0.36
广东	18.07 ~ 23.40	1.97 ~ 2.06	53.26 ~ 54.50	0.72 ~ 1.04	38.31 ~ 49.04	45.35 ~ 58.44	10.68 ~ 11.63	0.35 ~ 0.40
广西	24.39 ~ 30.11	1.61 ~ 1.64	47.27 ~ 52.26	0.41 ~ 0.46	11.58 ~ 13.53	104.21 ~ 109.05	12.21 ~ 12.86	0.32 ~ 0.36
海南	17.62 ~ 19.29	2.15 ~ 2.21	50.09 ~ 53.62	0.04 ~ 0.05	10.46 ~ 12.35	500.00 ~ 4 500.00	14.65 ~ 16.24	0.29 ~ 0.33
重庆	24.70 ~ 32.03	1.85 ~ 1.87	50.93 ~ 55.25	0.47 ~ 0.66	5.71 ~ 6.35	21.53 ~ 23.23	11.53 ~ 11.97	0.31 ~ 0.33
四川	34.04 ~ 41.41	1.22 ~ 1.23	51.37 ~ 52.80	1.19 ~ 1.34	7.31 ~ 9.70	7.36 ~ 7.69	11.22 ~ 11.55	0.30 ~ 0.32
贵州	25.97 ~ 29.09	2.05 ~ 2.07	58.26 ~ 64.98	0.55 ~ 0.60	3.32 ~ 3.65	119.87 ~ 245.61	15.43 ~ 16.10	0.24 ~ 0.28
云南	29.98 ~ 33.65	1.53 ~ 1.54	60.37 ~ 69.65	1.59 ~ 2.23	4.22 ~ 4.98	2.30 ~ 3.00	17.11 ~ 18.66	0.20 ~ 0.25
西藏	46.03 ~ 51.93	0.90 ~ 0.90	3.74 ~ 4.07	13.05 ~ 13.42	10.38 ~ 17.89	5.74 ~ 5.87	47.66 ~ 77.10	0.06 ~ 0.10
陕西	23.57 ~ 26.12	2.51 ~ 2.55	45.33 ~ 48.14	14.68 ~ 15.4	8.66 ~ 10.87	3.57 ~ 4.86	15.88 ~ 16.35	0.23 ~ 0.34
甘肃	15.43 ~ 20.24	4.25 ~ 4.33	11.83 ~ 40.48	6.91 ~ 26.42	4.78 ~ 5.08	9.86 ~ 10.74	35.24 ~ 36.81	0.12 ~ 0.15
青海	46.68 ~ 57.30	0.85 ~ 0.87	12.00 ~ 38.67	7.42 ~ 15.20	4.72 ~ 5.26	2.67 ~ 2.95	29.94 ~ 31.72	0.11 ~ 0.14
宁夏	22.47 ~ 27.21	2.27 ~ 2.29	10.41 ~ 14.76	13.49 ~ 31.55	4.20 ~ 4.80	18.07 ~ 34.22	60.71 ~ 64.25	0.06 ~ 0.08
新疆	18.63 ~ 21.45	3.43 ~ 3.45	12.58 ~ 14.09	7.99 ~ 9.21	50.83 ~ 57.55	2.66 ~ 3.24	32.14 ~ 32.30	0.08 ~ 0.09

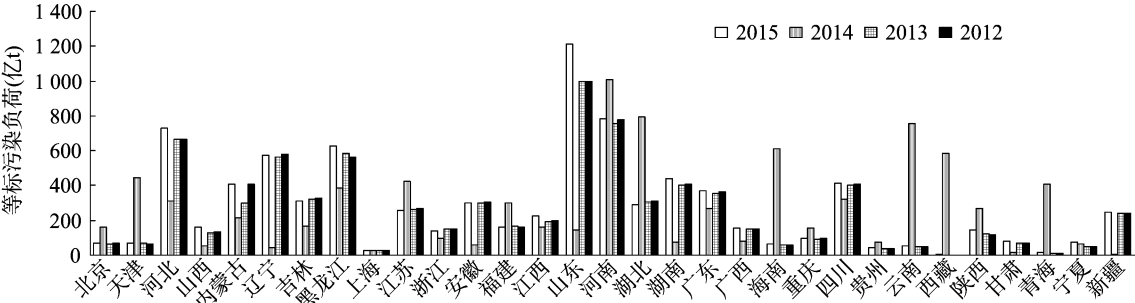


图1 我国 2012—2015 年各省(市、区)畜禽养殖业等标污染负荷

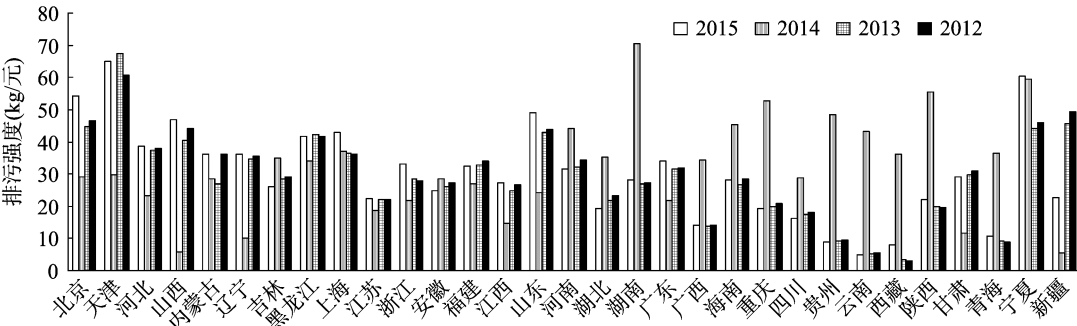


图2 我国 2012—2015 年各省(市、区)畜禽养殖业排污强度

20 kg/元的省(市、区)从低到高依次还有贵州、青海、广西、四川、重庆和湖北。

2.2 畜禽养殖业排污强度与各影响因素的关系

采用 BRT 方法模拟畜禽养殖业排污强度与各影响因素之间的关系,结果见图 3。图 3 中的曲线表示某指标在其他指标取均值时,该指标与畜禽养殖业排污强度之间的关系。

布局因素中,牧业比重对排污强度省际差异的贡献率为 13.0%。目前我国 80% 以上的省(市、区)牧业比重在 15%~20% 之间,排污强度总体上随着牧业比例的增加而下降,可见畜禽养殖业比重较大地区其排污强度反而有所下降,

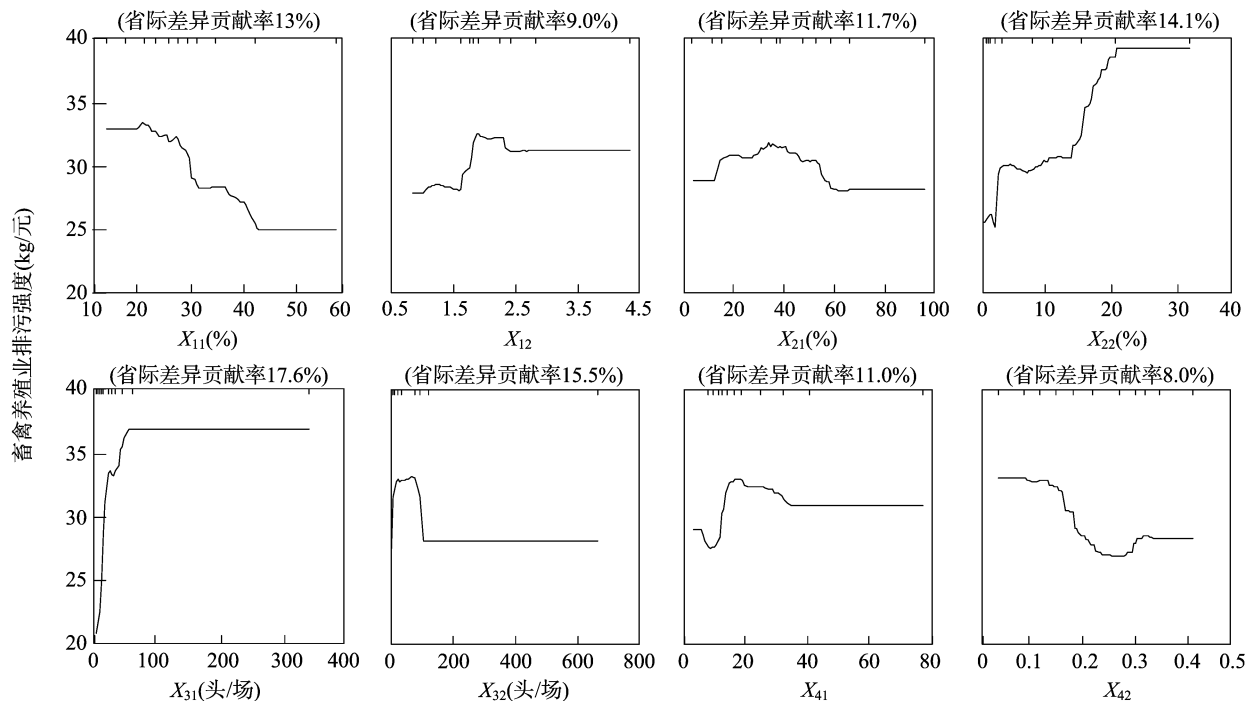


图3 畜禽养殖业排污强度与各因素之间的关系

结构因素中,生猪比重对排污强度省际差异的贡献率为 11.7%,排污强度总体上随着生猪比重的增加呈先上升后降低趋势,生猪比重达到 35%~45% 时畜禽养殖业排污强度达到峰值,处于该区间的省(市、区)是畜禽养殖业排污增效的重点区域。奶业比重对畜禽养殖业排污强度省际差异的贡献率为 14.1%,排污强度总体上随着奶业比重的增加而增大,可见奶牛养殖场对畜禽养殖业排污强度的影响较大,因此奶牛饲养比重较大的省(市、区)也是畜禽养殖业减污增效的重点。

规模因素对畜禽养殖业排污强度省际差异的贡献率最大,达到了 33.1%,其中生猪饲养规模对排污强度省际差异的贡献率为 17.6%,是影响最大的指标。排污强度总体上随着生猪饲养规模的扩大呈迅速扩大趋势,这可能与规模化生猪养殖场往往缺乏配套的土地有关,导致猪粪难以处理后只能就地还田利用,因此生猪饲养规模较大的省(市、区)也是畜禽养殖业减污增效的重点地区。奶牛饲养规模对排污强度省际差异的贡献率为 15.5%,排污强度总体上随着奶牛饲养规模的扩大呈先上升后下降趋势,这可能与大中型奶牛养殖场正成为各地畜禽养殖污染治理的重点对象有关。

治理因素中,COD/氨氮比值对畜禽养殖业排污强度省际

因此牧业比重较高并不意味着畜禽养殖污染就会较严重。目前我国 80% 以上的省(市、区)农牧比值在 0.85~2.27 之间,农牧比值对排污强度省际差异的贡献率为 9.0%,排污强度总体上随着农牧比值的增加呈先升高后降低趋势,在农牧比值为 1.0~1.5 时畜禽养殖排污强度最低。农牧比值在 2.0~2.5 之间时畜禽养殖排污强度则达到了峰值,此类省(市、区)种植业比重较大而畜牧业比重较低,排污强度较大的原因主要是管理较为粗放,生产效率较低,减污增效的关键是提高生产效率。

差异的贡献率为 11.0%,畜禽养殖业排污强度总体上随着 COD/氨氮比值的增大呈先上升后降低趋势。畜禽养殖业排污强度比较低的地区主要处于 COD/氨氮比值较低的地区,其次是 COD/氨氮比值较高的地区。前者可能是由于目前畜禽养殖场粪污处理技术以厌氧发酵为主,COD 去除率较高,氨氮去除率较低,因此其废水中 COD/氨氮比值较低,这些地区畜禽养殖场以中小规模为主,农牧结合相对较好,粪污处理后还田率较高,因此排污强度较低。后者可能是由于养殖场通常规模较大,畜污难以还田,因此采用厌氧/好氧联合处理方式以实现处理后达标排放,废水中 COD 和氨氮去除率都比较高,但氨氮去除率高于 COD,使得 COD/氨氮比值较高,因此其排污强度反而高于 COD/氨氮比值较低的养殖场。氨氮/总氮比值对排污强度省际差异的贡献率为 8.0%,排污强度总体上随着氨氮/总氮比值的增大呈下降趋势。畜禽养殖业排污强度较大的地区,其氨氮/总氮比值较高,这可能是由于粪污生化处理过程中,总氮中的有机氮部分转化为氨氮,因此总氮变化较小,而氨氮提高较多,使得氨氮/总氮比值较大。

2.3 畜禽养殖业供给侧减污增效对策

图 3 中纵坐标的变化范围反映了各类影响因素和各评价指标的影响大小,导致畜禽养殖业排污强度增加的指标主要

是生猪饲养规模和奶业比重,促进畜禽养殖业排污强度降低的指标主要是牧业比重和氨氮/总氮比值,其他指标对畜禽养殖业排污强度的影响则总体上呈先上升后下降趋势。因此各省(市、区)应根据畜禽养殖布局、结构和治污情况,制定适宜的供给侧改革措施,提高生产效率,减少粪污排放,达到减污增效的目的。

北京、天津、山东、上海、浙江、福建和广东等省份地处东部沿海地区,生猪饲养规模化程度高,这些省份人口密度大,人均耕地少,肉类需求大。为方便供应城市“菜篮子”需求,规模化养猪场通常建在城郊地区,周边往往缺乏充足的配套土地,许多猪场粪污采用简单的厌氧处理后就地排放,因此这些省份畜禽养殖业减污增效的关键是对粪污进行达标处理排放或采用生态发酵床零排放养殖模式。此外,要严格按照区域生态环境的功能定位、环境承载能力等实际情况,划定畜禽养殖禁养区,合理确定禁养区以外区域的养殖总量、品种和规模化水平,严格污染物总量控制和污染物排放标准要求。

黑龙江、辽宁、河北、河南等地为我国粮食主产区,黑龙江、辽宁地处农牧交错区,畜禽养殖业排污强度高主要与奶业比重较高有关,河南省则还与生猪饲养规模较大有关,这些省份应积极倡导“种养结合、以地定畜”理念,规模化养殖场通过自行配套土地或者签订消纳利用协议等方式,采取堆沤、沼气处理、生产有机肥等措施,将粪污处理后就近还田利用。对于粪污的还田利用,须严格执行《农田固体废物污染控制技术规范》《畜禽养殖业污染物排放标准》等要求,减少和防范可能的环境风险。周边消纳土地不足的,要强化工程处理措施,粪污应优先进行干湿分离,固体部分用于有机肥生产,液体部分综合利用或经处理后达标排放。

宁夏、内蒙古、新疆和山西等地处西北地区,省内通常同时存在牧区、半牧区和农区。畜禽养殖业排污强度高也与奶业比重较高有关,且规模养殖场环保设施相对比较落后,新疆维吾尔自治区还与生猪饲养规模较大有关。这些省份应重点挖掘优质牧草生产潜力,发展草食畜牧业,保持草畜平衡;对载牧量较大的地区,在放牧季节,近河道或源头溪流区域划出一定范围的禁牧区,边界上设置必要的畜禽隔离围栏和禁牧标志标牌,减轻近河道大规模放牧导致的局部草场高负荷粪尿排放及对地表水质的影响^[20];对于适宜发展畜禽的农区,要大力推进畜禽规模化和标准化养殖,建设生态养殖场和养殖小区,推行农牧结合的生态循环型养殖模式,如“果-沼-畜”“菜-沼-畜”“粮-菌-畜”等。

河北省、甘肃省和辽宁省的畜禽养殖业排污强度略高于全国平均水平,这些省份生猪比重接近全国平均水平,奶业比重略高于全国平均水平,畜禽养殖业粪污治理力度有待提高,可引导广大养殖场(户)发展适度规模的标准化和生态化养殖,持续提升畜禽养殖规模化、设施化、标准化和生态化水平,重点扶持采用生态发酵床零排放养殖模式的规模化畜禽养殖场。严格落实国家有关环境管理制度和规定,按照畜禽养殖污染防治和总量减排要求,配套建设废弃物综合利用和污染治理设施,并确保设施的稳定运行。引导分散的畜禽养殖专业户向规模化发展,逐步实现畜禽散养密集区域的养殖废弃物统一收集和處理。

西南地区、青藏高原地区和广西壮族自治区的畜禽养殖

业排污强度远低于全国平均水平。西南地区可鼓励人工种草,合理开发利用草地资源,发展生态畜牧业,适当提高牧业比重,降低农牧比值。青藏高原可提高奶牛饲养规模,在保护天然草场的基础上,积极推行舍饲、半舍饲养殖,以草定畜,实现草畜平衡。广西壮族自治区应提高生猪养殖场的规模化程度和管理水平以改善饲养效率。

3 结论与讨论

2012—2015 年间,畜禽养殖业排污强度超过全国平均水平的省(市、区)主要有华北 3 省 2 市、东北的黑龙江省和辽宁省、西北的宁夏回族自治区、华东的上海市、广东省和浙江省以及华中的河南省,是现阶段畜禽养殖业减污增效的重点区域。

BRT 分析结果表明,畜禽养殖业排污强度总体上随着生猪饲养规模和奶业比重的增加而增大,随着牧业比重和氨氮/总氮比值的增加而降低,随着奶业比重、生猪饲养规模、COD/氨氮比值和农牧比值等的增加呈先增加后降低趋势。

东部沿海地区应重点推进规模化生猪养殖场向生态化与零排放转型;西北牧区半牧区应充分挖掘优质牧草的生产潜力,大力发展草食畜牧业,推行以草定畜,实现草畜平衡;东北和华北粮食主产区应以地定畜,推行高效生态循环的种养模式,实现粪污的无害化处理与就地还田利用。

参考文献:

- [1] 李金祥. 我国畜禽产品质量安全对供给侧改革的需求分析与行动策略[J]. 农产品质量与安全, 2017(1): 3-8.
- [2] 陈锡文. 论农业供给侧结构性改革[J]. 中国农业大学学报(社会科学版), 2017, 34(2): 5-13.
- [3] 罗必良. 农业供给侧改革的关键、难点与方向[J]. 农村经济, 2017(1): 1-10.
- [4] 许瑞泉. 经济新常态下我国农业供给侧结构性改革路径[J]. 甘肃社会科学, 2016(6): 178-183.
- [5] 魏后凯. 农业供给侧改革如何改[J]. 人民论坛, 2017(12): 60-62.
- [6] 杨世琦, 韩瑞芸, 刘晨峰. 省域尺度下畜禽粪便的农田消纳量及承载负荷研究[J]. 中国农业大学学报, 2016, 21(7): 142-151.
- [7] 姚升, 王光宇. 基于分区视角的畜禽养殖粪便农田负荷量估算及预警分析[J]. 华中农业大学学报(社会科学版), 2016(1): 72-84.
- [8] 王亚娟, 刘小鹏. 宁夏农地畜禽粪便负荷及环境风险评价[J]. 干旱区资源与环境, 2015, 29(8): 115-119.
- [9] 郑微微, 易中懿, 沈贵银. 江苏省耕地过剩氮排放评价及减排对策——基于农牧结合视角[J]. 江苏农业科学, 2016, 44(10): 472-474.
- [10] 农业部畜牧业司. 加快推进畜牧业供给侧改革[J]. 甘肃畜牧兽医, 2016, 46(2): 3-4.
- [11] 李春林, 刘森, 胡远满, 等. 基于增强回归树和 Logistic 回归的城市扩展驱动力分析[J]. 生态学报, 2014, 34(3): 727-737.
- [12] 葛跃, 王明新, 孙向武, 等. 基于增强回归树的城市 PM_{2.5} 日均值变化分析——以常州为例[J]. 环境科学, 2017, 38(2): 64-73.
- [13] Hale R, Marshall S, Jeppe K, et al. Separating the effects of water physicochemistry and sediment contamination on *Chironomus tepperi*

赵洪亮, 谢立勇. 供给侧改革背景下的农业信息服务发展思路探析[J]. 江苏农业科学, 2017, 45(19): 117-121.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.19.026

供给侧改革背景下的农业信息服务发展思路探析

赵洪亮, 谢立勇

(沈阳农业大学农学院, 辽宁沈阳 110161)

摘要: 农业信息服务是实现现代农业和提升农业产业水平的重要途径。开展农业信息服务对消除城乡信息鸿沟、提升农民素质、实现农业信息化、完善和补充农村市场、创新农业推广模式等都具有重要意义。在分析和总结我国农业信息服务发展现状和存在问题的基础上, 针对农业信息服务的顺利开展提出了相应的对策建议, 主要有培育农业信息服务主体、提升农民素质、加强农业信息服务基础设施建设等。研究结果可以为供给侧改革下的农业信息服务改革提供思路和借鉴。

关键词: 农业信息服务; 农民; 农业信息化; 供给侧改革; 改革途径

中图分类号: S126 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2017)19-0117-05

推进供给侧结构性改革是习近平总书记 2015 年 11 月在中央财经领导小组第十一次会议上提出的重要战略部署^[1]。2015 年底的中央农村工作会议和 2016 年中央一号文件提及农业供给侧改革^[1-2]。2017 年中央一号文件以“农业供给侧改革”为主题发布, 详细阐述了农业供给侧改革的方向和重点^[3-4], 其中广泛涉及农村公共信息服务和农村电子商务的发展。新世纪以来, 信息技术渗透到社会经济发展的各领域, 农业农村自然也不例外。但是, 较城市而言, 农村地区的信息服务供给明显滞后。农业信息服务是公益性的活动, 必然由政府主导完成, 供给侧改革的背景下, 如何更好地认识和把握农业信息服务的重要性, 如何从供给侧实施农业信息服务的深入改革, 是实现农村农业信息化和农业现代化的重要课题。

关于农业信息服务的研究, 国内研究起始于 20 世纪 80 年代, 最初涉及内容大多是关于农情服务和农村经济信息统计工作等方面。目前, 关于农业信息服务的研究主要集中在信息服务主体、信息服务模式、信息服务新技术、信息服务需求供给调查等方面。信息服务主体包括政府、农业院校、图书

馆^[5]和农业合作组织等。信息服务模式的研究相对较多。传统农村信息服务模式包含农村信息服务站模式、农村科技特派员模式、农村图书馆服务模式、专业合作社服务模式、农民之家服务模式等 5 种; 基于“互联网+”的农村信息服务模式包含综合农业平台服务模式、云农场信息服务模式、线上线下服务模式、公共宣传服务模式等 4 种^[6]。国内各地区积极探索适合当地发展实际的农业信息服务模式, 丰富了农业信息服务的理论体系和实践, 如云南数字乡村模式、农业科技专家大院模式、农业科技 110 模式、农民信箱模式、辽宁模式^[7]、农业图书馆信息服务模式^[8]。这些农业信息服务模式按照行为主体可以分成政府主导的农业信息服务和社会团体主导的农业信息服务 2 种^[8]。近年来, 关于新媒体和新技术在信息服务中的应用研究逐渐增多, 如基于手机 Android 平台^[9]、大数据^[10]、云计算^[11]和新媒体^[12]开展农业信息服务的相关研究, 研究者从不同角度提出应用现代信息技术进行农业信息服务的改革升级。部分学者采用实地调查的方式, 获取农民信息需求和支付意愿^[13-18]的数据资料, 分析得出农民信息需求的影响因素。

农业信息服务与农村信息化一直是国内研究的热点, 以往的研究都是从某一个角度出发对农业信息服务进行研究和解读, 研究视角较为单一。农业信息服务本身是系统工程, 需要各方积极协调与合作, 才能更好地发挥富集效应。同时, 农业信息服务和国家政策密切相关, 如何在国家政策的宏观调控下提升农业信息服务工作效果, 是当前研究的当务之急。

收稿日期: 2017-08-26

基金项目: 辽宁省村级综合服务平台项目。

作者简介: 赵洪亮 (1980—), 男, 河北徐水人, 博士, 讲师, 主要从事农村信息化研究。Tel: (024) 88487135; E-mail: zhaohl1980@126.com。

通信作者: 谢立勇, 博士, 教授, 主要从事持续发展与推广学研究。Tel: (024) 88487135; E-mail: xly0910@163.com。

(Skuse) survival, growth and development; a boosted regression tree approach[J]. Aquatic Toxicology, 2014, 152: 66-73.

[14] Zhang W D, Yuan S F, Hu N, et al. Predicting soil fauna effect on plant litter decomposition by using boosted regression trees[J]. Soil Biology and Biochemistry, 2015, 82: 81-86.

[15] De'ath G. Boosted trees for ecological modeling and prediction[J]. Ecology, 2007, 88(1): 243-251.

[16] Elith J, Leathwick J R, Hastie T. A working guide to boosted regression trees[J]. Journal of Animal Ecology, 2008, 77(4):

802-813.

[17] 袁日进. 对发展现代畜牧业的几点思考——基于对江苏畜牧业发展现状的研究[J]. 中国畜牧业, 2016(4): 25-28.

[18] 庄犁, 周慧平, 张龙江. 我国畜禽养殖业产排污系数研究进展[J]. 生态与农村环境学报, 2015, 31(5): 633-639.

[19] 栾冬梅, 李士平, 马君, 等. 规模化奶牛场育成牛和泌乳牛产排污系数的测算[J]. 农业工程学报, 2012, 28(16): 185-189.

[20] 程艳, 马俊英. 新疆农牧区畜禽养殖污染现状与防治对策[J]. 新疆环境保护, 2012, 34(3): 24-27.