

动物疫病损失经济学评估方法研究 ——“标准单位疫病”法

廖祺 游士兵

(武汉大学 经济与管理学院,武汉 430072)

摘要 为了解区域动物疫病损失情况,在总结疫病损失评估研究成果的理论基础上,提出“标准单位疫病”的经济学损失评估方法。首先以山东省作为标准单位地区,构建了地区的经济损失、社会损失和环境损失评估体系,然后使用熵权法与疫病程度系数相结合,以赤峰市作为待评估地区对“标准单位疫病”法进行了实证模拟分析。评估结果显示,受禽流感影响,2013年山东省总损失为87.6284亿元,赤峰市总损失为1.5551亿元。演示“标准单位疫病”法具备了在相关详细数据不完整的客观情况下,对待评估地区的动物疫病损失进行快速评估,从而提供决策参考的能力。

关键词 动物疫病;经济损失评估;标准单位疫病;熵权法;疫病调整系数

中图分类号 F 08 **文章编号** 1007-4333(2016)08-0159-10 **文献标志码** A

Economic evaluation method research on losses arising from animal epidemics: “Standard-unit-epidemic-disease (SUED)” evaluation method

LIAO Qi, YOU Shi-bing

(Economics and Management School, Wuhan University, Wuhan 430072, China)

Abstract In order to understand the regional animal disease losses, this paper proposes the loss evaluation method of standard-unit-epidemic-disease (SUED) by the study of disease loss evaluation research achievements and theory. At first, Shandong Province is taken as the standard area, and region loss assessment system is consist of economic loss, social loss, and environment loss. Then, the entropy method and “disease degree coefficient” are introduced to study the epidemic effects on Chifeng City (the area to be evaluated), which is a simulation analysis of “Standard-unit-epidemic-disease (SUED)” evaluation method. The results showed that, influenced by bird flu, the total loss of Shandong Province in 2013 was 87.6284 billion Yuan, and the loss of Chifeng city was 155.51 million Yuan, proved that the loss evaluation method can rapidly assess the probable losses arising from an animal epidemic in a region even if the related data is incomplete, which also provided a basis for decision makers to propose appropriate actions.

Keywords animal epidemics; economic loss evaluation; standard-unit-epidemic-disease; entropy method; disease degree coefficient

在我国农业农村经济结构战略性调整中,畜牧业是优势产业。但是动物疫病暴发所造成的直接和间接经济损失给畜牧业带来巨大影响和破坏^[1],并且给生态环境、人们健康和公共卫生安全带来威胁。

当诸如高致病性禽流感等重大动物疫病暴发时,其影响区域广阔,为了解区域动物疫病损失情况,直接评估法这种方法是根据疫病损失的评估指标进行逐项计算,虽然可以较为详细,但是在实际评估时工作

收稿日期:2015-10-18

基金项目:农业部中国动物卫生与流行病学中心项目(105231388);湖北省教育厅哲学社会科学研究重大项目(14ZD001)

第一作者:廖祺,博士研究生,E-mail:314613494@qq.com

通讯作者:游士兵,教授、博士生导师,主要从事统计学、数量经济学研究,E-mail:sbyou@whu.edu.cn

量比较大,大多数指标难以获取相应数据,甚至由于一些地区的数据采集太困难,根本无法完成评估中每个指标的计算。从保障养殖户权益、促进养殖业的发展和保护公众身体健康与生命安全等角度出发,提出科学、准确、及时的动物疫病损失经济学评估方法显得尤为重要。本研究针对上述现实需求,提出“标准单位疫病法”,以山东省与赤峰市进行实证研究,旨在论证该方法的可行性,进而为突发动物疫病后政府决策提供依据。

1 国内外研究综述

我国的动物疫病风险分析与管理的经济评估研究目前处于初期阶段。由农业部组织兽医学、经济学和流行病学等诸多领域专家成立的全国动物卫生风险评估专家委员会^[2],为建立疫情的风险评估体系、进行经济损失的定量评估提供支撑。中国动物卫生与流行病学中心也完成了疯牛病等重大动物疫病的风险评估工作。

动物疫病损失经济学评估主要是指运用经济学的相关理论、方法和模型,对动物疫病暴发给区域经济发展所带来的各项损失进行评估。现有研究成果的主要内容可以概括为3个方面:

1) 损失评估方法研究。针对禽流感进行免疫预防风险评估和发生状况分析,学者们运用层次分析法构建了高致病性禽流感(Highly pathogenic avian influenza, HPAI)免疫预防风险评估模型^[3];张志诚等^[4]基于世界动物卫生组织(Office International Des Epizooties, OIE)风险评估理论、昆虫生态学格局分析以及Bernoulli统计模型等,被用于高致病性禽流感的风险评估和发生状况等分析。禽流感疫情中养殖户的损失被分为直接损失和后续损失2种,学者们继而运用成本效益分析法研究了不同禽种、不同规模养殖户的经济损失以及政府补偿的总损失覆盖率^[5]。

2) 行业影响分析。受到禽流感影响,我国国内禽类产品的销量在2005—2006年一共下降了70%,价格下降的幅度在30%以上^[6]。对于广大农村地区尤其是偏远落后地区,禽流感对于以家禽养殖为主要收入来源的农民打击是直接而沉重的,此外,规模化养殖户相比散养户所受到的损失要更为惨重,由于收入微薄以及社会保障的缺乏,农民这部分收入的减少会对其生活造成较大的不利影响,因此政府在拟定补偿政策时应当重视这种成本

投入^[7]。

3) 损失的补偿标准等研究。对微观养殖主体受疫情影响所遭受的损失进行准确评估和合理补偿,是提高其配合政府进行疫情防控积极性的前提条件^[8]。在世界范围内,对扑杀动物进行补偿也受到广泛的认可,扑杀补偿亦是扑灭疫情的重要保障,在各国法律中普遍设定了针对动物疫病的补偿标准。有关补偿范围、补偿标准、补偿金额的计算方法等研究较多,补偿的范围主要对扑杀禽只的补偿和是对处置病死禽只所发生的处置费用给予补偿构成^[9]。

进行风险损失评估研究的对象范围总体而言较为集中,研究指标体系的设计和分析标准存在不足,风险分析的机制亟待完善、风险损失的经济学评估理论与方法的科学性、权威性有待提高。

进行经济学评估的一个关键内容,就是选择一种恰当的经济理论、方法和模型进行评估,使操作更为简单、结果更为合理。常用的经济学理论和方法有福利经济学理论、边际理论、成本收益分析方法和投入产出方法等,所使用的经济学理论、方法和相应的评估模型也随着研究目的不同而不同。这些理论和方法不仅是了解动物疫病影响的一些视角,也构成了动物疫病损失评估研究的理论基础。由于动物疫病的风险损失评估一般涉及到基层评估,对于基层评估人员而言,评估方法易于理解和操作是一个重要内容。从这个角度来看,现有一些评估方法较为复杂,难以被基层人员充分理解和合理运用,需要得到进一步的改进,评估方法也有待拓展。

2 评估方法简介

2.1 “标准单位疫病”评估方法的提出

在实际应用的过程中,损失经济学评估难点在于如何分析疫病造成的广泛影响,而不仅仅是财务分析中涉及到的易于用价格表示的部分,诸如环境保护、食品安全,甚至动物福利^[10],这些价值观应该包含在动物疫病政策制定中。通过建立相应的评估指标体系,对特定地区动物疫病暴发所导致各类风险经济损失进行测算和预测,才能了解区域内动物疫病的暴发和传播所导致的损失以及对区域疫病防控造成的影响。“标准单位疫病”损失评估法以前人的理论、方法作为基础,设计相应的评估指标体系和计算方法进行区域疫病损失评估。

已有的动物疫病损失评估方法研究大多是针对一个地区的动物疫病设计评估指标体系,或者运用

一种方法将地区疫病损失与各项影响因素一起构建线性评估模型来评估地区疫病损失并进行预测。这些方法大多只是针对1个地区,很少将2个地区结合起来进行思考。诸如畜禽产品历年的价格、产销量以及动物疫病暴发的免疫率、检疫率等常用的数据都可以通过文献资料、统计年鉴、统计公报等获得,但一些较为详细的、微观层面的损失数据,如养殖场(户)的具体损失、畜牧生产企业在疫病暴发前后产销量与产品价格的变动等数据获得需要通过实地调研,较为费时费力。“标准单位疫病”的经济学评估法在这个方面进行尝试和探讨,在进行禽流感疫情的损失评估时,选择某一数据相对比较齐全的地区作为评估对象,即作为所谓标准地区,迅速对另一个区域,即所谓待评估地区的突发疫病的损失进行一个大概的评估。对于待评估地区动物疫病损失的评估,可以进行直接评估法,也就是根据上述标准地区疫病损失的评估指标,对待评估地区的疫病损失进行直接评估。这种方法可以较为详细地了解区域动物疫病损失情况,得到的损失评估值较为准确,但是在实际评估时工作量比较大;另一种方法是熵权法。也就是在经济、社会、环境三大方面,选取标准地区和待评估地区的3个代表性经济发展指标,通过确定指标的权重尝试了解2个地区之间经济的关系,然后将这个指标作为待评估地区相关损失在标准地区损失中的权重,快速得出损失的估计值。这种方法较为快捷,得到的损失是一个近似估计值,目的在于快速了解地区的大概损失,为制定初期防控投入决策提供参考。

“标准单位疫病”的评估思路主要是:选择标准地区、标准疫病——标准地区损失评估——熵权法计算权重,估计其他地区损失——用“疫病程度系数”调整损失值。但在实际中,各地区暴发的疫情等级可能并不在一个水平上,禽流感疫情在一个地区所造成的影响等级也可能不在一个等级水平上,如选择作为标准单位的地区的疫情等级为一类,而待评估地区的禽流感疫情则为二类或三类,那么不同类别疫情所造成的破坏程度和损失级别是不同的。针对通过计算相关指标的权重进行的评估的误差问题,“标准单位疫病”评估方法中引入了“疫病程度系数”作为区域动物疫病损失的调整值。先根据疫情暴发时的波及范围、影响大小、危害程度等,动物疫病被从重到轻划分为四级。再结合待评估地区内疫点的数量、疫区的面积等,对所造成的影响范围、危

害程度进行评估,采用专家评估法对不同等级疫病的影响程度、造成损失的强度等进行赋值,得到疫病程度系数表。表中,动物疫病的影响程度系数 $I_d = d \cdot \epsilon$,其中 d 为疫情的影响程度,在一定的地区范围内,疫病的暴发一般会呈点环状分布,暴发疫情的区域在这个地区所占的范围大小与区域疫情损失之间是呈现较大的关联性的。用疫情的影响区域占区域内总面积的比例来代表, ϵ 为强度系数。最后,得到疫病程度系数值,再用这个值对区域的损失进行调整,就可以得到疫病暴发区域所遭受的大概损失值。

2.2 “标准单位疫病”评估方法主要特点

1) 比较容易拟定历史参照物。选择作为标准单位的地区,一般是暴发过禽流感疫情、各项损失资料比较容易获得的地区,在进行损失评估时的参照标准易于选择,能够为其他地区的疫情损失评估提供较好的参照;

2) 将特定地区作为评估标准,根据疫病暴发的级别、地区之间的关联系数,能够对区域突发疫情的风险损失有一个迅速大概的评估,为制定应急策略提供参考;

3) 研究具有较好的可操作性。对于待评估地区的疫病损失评估,既可以依据损失评估指标体系对损失进行直接评估,又可以以标准地区为依据、按照评估流程对地区损失进行快速评估,前一种方法的损失估计较为准确,后者得到的是近似值。

3 标准地区的损失计量

在国内外研究成果总结的过程中,一些学者认为,不能对动物疫病的损失进行定量评估,或者将区域疫病损失估计值作为决策制定的一个经济指标,这种观点主要考虑了动物疫病损失评估在方法的选择运用是否合理、评估内容是否全面、评估是否考虑了动态性等方面的问题。而“标准单位疫病”损失评估方法的提出,主要目的是为动物疫病的损失评估探讨提供一种较为可行的方法,是方法论的探讨,本研究所构建的评估指标体系、指标计算方法等都是为了了解地区疫病损失,可以依据地区实际进行指标的选择和调整。

3.1 评估指标体系

我国畜牧业从数量优势向质量优势、安全优势转化的进程受到重大动物疫病的严重制约^[1]。禽流感疫情中,扑杀、补偿等费用的直接支出额及继而引起的间接经济损失,如饲料、药物、人工浪费等都

是较为巨大的。疫情暴发还导致消费减少、市场萎缩、生产下降、出口壁垒等,病引发饲料业、畜产品加工业等关联产业的生产能和收益,由此造成的国民经济总损失量难以估算^[12]。

经济和社会受到动物疫病暴发的影响是多方面

的。主要有养殖场(户)、生产企业、销售企业、政府和社会公众几大受影响的经济主体;疫病造成的影响内容主要有经济损失、社会损失、环境损失等。主要以禽流感为例设计相应的评估指标体系,所涉及的只是具有代表性的几个大类(表1)。

表1 禽流感损失评估指标体系

Table 1 Index system of Avian influenza loss evaluation

项目 Project	对象 Item	指标 Index
经济损失 Economic loss	养殖场(户) Farms (households)	感染禽流感的禽只死亡损失
		被扑杀的禽只损失
		禽类产品损失
		无害化处理费用
	政府 Government	自己承担的进行疫苗注射、场地消毒等费用
		为扑杀而运送至指定扑杀地点发生的运输费用
		检疫成本(包括检疫材料费、交通费、工时费、隔离费用等)
		免疫成本(包括免疫疫苗费、设备购置及耗材费、工时费、疫苗效价评估经费、隔离费等)
		扑杀成本(包括扑杀补偿费、扑杀处理费)
		消毒成本(包括工时费、消毒药品费用、消毒设备费用等)
		流通监管成本(包括流行病学调查费用、督查与验收费)
		封锁成本(包括物质储备费、监测费、隔离费)
		疫情监测与防护成本
		宣传成本(包括公共宣传及培训、专业技术人员培训)
环境污染治理费用		
常规支出		
紧急支出		
社会损失 Social loss	公共卫生 Public health	医疗费用(包括医药费、门诊费、住院费、检测诊断费等) 非医疗费用(交通费、住院伙食费、营养费、陪护费等)
	交通封锁 Blocked traffic	运输损失 绕行损失
环境损失 Environmental loss		恢复费用 效益损失

中国绝大部分省(区、市)均发生过禽流感,禽流感事件发生会导致全国肉鸡和鸡蛋市场需求骤然减少,价格下降。山东、广东和辽宁的肉鸡出栏量在我国较为靠前,山东省为我国第一肉鸡生产大省,2013年,山东、江苏主要产区发生禽流感疫情。本研究中以2013年作为评估年份。选取山东省作为标准地

区,并以规模肉鸡养殖户为例,评价并测算其在疫情风险下的损失。本部分重在方法演示,模拟的目的在于验证“标准单位疫病”评估方法的可行性。

3.2 经济损失

3.2.1 养殖场(户)损失

禽流感的暴发会给疫区的养殖户、养殖企业等

微观主体带来巨大损失,主要从以下 6 个方面进行评估。

感染死亡损失:由于传染速度非常快并且家鸡感染后几个小时内便发病死亡,造成家禽大面积死亡。记每只肉鸡市场价格为 v_1 ,每只蛋鸡(按淘汰鸡价格计算)市场价格为 v_2 ,因禽流感死亡的肉鸡的数目为 n_d ,蛋鸡数目为 n'_d ,则鸡的感染死亡损失为:

$$L_d = n_d v_1 + n'_d v_2;$$

强制扑杀损失:指所扑杀的鸡价值。记扑杀的肉鸡的数目为 n_k ,蛋鸡的数目为 n'_k ,则养殖户由于扑杀造成的损失为:

$$L_k = n_k v_1 + n'_k v_2$$

产品损失:主要计算死亡蛋鸡预期鸡蛋收入以及由于鸡蛋价格大幅下降所造成的鸡蛋产品的价值损失。设禽流感导致鸡蛋市场价格从 p_1 降低至 p_2 。每只死亡蛋鸡预期鸡蛋损失为 r 元,疫情影响天数为 t 天,蛋鸡日产鸡蛋 v 斤, N 为蛋鸡总存栏量:

$$L_p = (n'_d + n'_k)r + [N - (n'_d + n'_k)] \\ t v (p_1 - p_2)$$

无害化处理(被污染的饲料、垫料、污水、禽只排泄物)费用:用 L_f 表示;

疫苗、消毒等医疗支出:指养殖场(户)自己承担的进行疫苗注射、场地消毒等费用,用 L_v 表示;

运送禽只至指定扑杀地点而产生的运输费用,用 L_t 表示;

政府的扑杀补偿用 L_g 表示。

因此,经济损失 L_l 的计算公式为:

$$L_l = L_d + L_k + L_p + L_f + L_v + L_t - L_g$$

根据已经获得的数据,在养殖场(户)的损失评估中,可以直接测算的损失包括:鸡感染禽流感的死亡损失、强制扑杀损失、饲料损失、家庭负担的疫苗与消毒支出等损失。2013 年山东省的肉鸡存栏量约为 2.13 亿羽,蛋鸡约为 2.06 亿羽。疫情发生后,假设非正常死亡(包括疫病死亡和扑杀死亡)导致山东省肉鸡存栏量平均减少 42%,蛋鸡存栏量平均减少 45%,山东肉鸡价格在疫情之前市场均价设为 9 元/kg,蛋鸡淘汰鸡价 5 元/kg。假设肉鸡的市场价值为 36 元/羽,蛋鸡淘汰鸡价格为 15 元/羽。假共扑杀肉鸡 3 000 万羽,共扑杀蛋鸡 2 000 万羽,每只补助给养殖户 10 元,共补助 5 亿元。

感染死亡损失 $L_d = n_d v_1 + n'_d v_2$,由于扑杀造成

的损失 $L_k = n_k v_1 + n'_k v_2$;因此,这两部分损失之和可用肉鸡和蛋鸡总存栏减少量乘以各自疫情发生前市场平均价格表示:

$$L_d + L_k = (n_d + n_k)v_1 + (n'_d + n'_k)v_2 = \\ 46.1106(\text{亿元})$$

假设鸡蛋市场价格从 9 元/kg 降低至 5 元/kg。每只死亡蛋鸡预期鸡蛋平均收益为 r 为 50 元。疫情影响时间 t 为 60 d,蛋鸡日产鸡蛋 $v = 0.05$ kg, N 为蛋鸡总存栏量 2.06 亿羽:

$$L_p = (n'_d + n'_k)r + [N - (n'_d + n'_k)] \\ t v (p_1 - p_2) = 35.0792(\text{亿元})$$

由于无害化处理、家庭负担的疫苗与消毒支出、运输费用等损失数据较难获得,将其假设为死亡损失与扑杀损失之和的 0.1 倍,那么这部分损失为

$$L_f + L_v + L_t = 0.1 \times 46.1106 = 4.6111(\text{亿元})$$

那么,养殖场(户)的经济损失为:

$$L_l = 46.1106 + 35.0792 + 4.6111 - 5 = \\ 80.8009(\text{亿元})$$

3.2.2 政府损失

作为一种突发性的公共事件,禽流感的暴发给经济社会发展带来极大的不利影响,对禽流感进行防控投入是政府支出中必不可少的内容。在动物疫病的防控过程中,政府需要支付相应的防控成本,包括检疫费用、免疫费用、扑杀处理及补偿费用、消毒费用、流通监管费用和疫情监测费用等,这些构成了政府的直接经济损失。在具体评估时,可以参考政府在疫情防控和治理方面的各项费用支出来进行评估,用 L_g 表示。

2013 年山东省禽流感防控共需经费约 4 900.275 万元(不含扑杀和无害化处理经费),其中检疫经费 1 500 万元,免疫经费 1 485 万元,消毒经费 300 万元,采购手套经费 100 万元,紧急支出 500 万元,监测经费 945 万元,培训经费 51.2 万元,疫苗效价评估经费 11.5 万元等。

根据政策规定,假设 2013 年山东省共扑杀肉鸡 3 000 万羽,共扑杀蛋鸡 2 000 万羽,每只鸡无害化处理费用 2 元,每只补助给养殖户 10 元,则扑杀和无害化处理经费为 6 亿元。

则政府经济损失为:

$$L_g = 0.49 + 6 = 6.49(\text{亿元})$$

3.3 社会损失

3.3.1 公共卫生损失

动物疫病病毒的异变和传播,使得社会公共安

全和人们健康遭受到严峻的考验,造成了严重的经济社会损失。人感染动物疫病的损失包括医疗费用和非医疗费用支出,医疗费用包括人因为感染疫病病毒而支出的药物费、门诊费、住院费、检测诊断费;非医疗费用有交通费、陪护费、住院伙食、营养费等。记感染禽流感的人数为 n_{d1} ,每人所投入的药物费、门诊费、住院费等直接医疗费用为 v_3 。禽流感引起的直接公共卫生费用为 $L_{s1} = v_3 n_{d1}$ 。交通费、住院伙食、营养费和陪护费等非医疗费用为 L_{s2} ,那么直接经济损失为 $L_{s1} + L_{s2}$ 。由于感染禽流感的人数在全国范围来看不多,病例处于散发状态,山东仅数个病例,禽流感尚未发现人传人的证据,此部分数据可暂忽略不计。

3.3.2 交通封锁损失

交通损失主要由两部分构成,包括运输损失和绕行损失。运输损失主要是指由于道路封锁、减少产品运输所造成的农畜产品运输主体的经济损失。假定没有疫情暴发时,市场上的单个运输主体进行产品运输的一次收益为 T_{N1} ,一次运输的总成本(包括燃油、过路费等)为 T_{C1} ,平均每月的运输次数为 T_{N1} 。疫情暴发后,由于道路封锁,运输一次产品的收益为 T'_{N1} ,运输成本为 T'_{C1} ,平均每月运输次数为 T'_{N1} ,那么,市场上 N 个运输主体每月减少的收益为:

$$T_{S1} = N | T_{N1}(T_{N1} - T_{C1}) - T'_{N1}(T'_{N1} - T'_{C1}) |$$

用疫区封锁后的收入损失和交通运输成本提高的部分来表示交通损失,这是禽流感疫情引起的间接经济损失。在疫情不严重的地区,这部分损失基本上是可以忽略的。

绕行损失是指对于需要经过疫区道路到达其他地方的人而言,疫区的封锁使得人们需要采取绕行策略造成的交通封锁损失。用原本通过疫区的车辆由于绕行而造成的自身与周边道路交通成本增加来表示疫区封锁造成的交通绕行损失,计算公式为:

$$T_{S2} = (C_2 - C_0)(V_1 - V_0)Lt + (C_2 - C_1)V_0Lt$$

其中: T_{S2} 为绕行损失; C_0 表示封锁前通过疫区的车辆平均耗费,元/(km·辆); C_1 表示封锁前周边绕行道路车辆的平均耗费,元/(km·辆); C_2 表示封锁后周边绕行道路车辆的平均耗费元/(km·辆); V_0 表示道路封锁之前疫区周边绕行道路的日均交

通流量,辆/d; V_1 表示道路封锁之后疫区周边绕行道路的日均交通流量,辆/d; L 表示疫区周边绕行道路里程,km; t 表示交通从封锁到恢复开通所需要的时间,d。

疫情造成的交通损失为 T_S :

$$T_S = T_{S1} + T_{S2}$$

禽流感暴发后,国家会在一定程度上进行交通封锁以防止疫情的扩散,所造成的交通损失包括运输损失和道路绕行损失。

假定山东省全省从事农畜产品运输的主体有1000家,单个运输主体进行产品运输的一次平均收益为10000元,包括运输成本、装卸成本、信息成本等在内的一次运输的总成本为4000元,每月平均运输次数为8次;进行道路封锁后,每月平均运输次数减少为5次,平均每次的运输收益为8000元,运输成本假定不变,为4000元,那么,由于禽流感造成的运输主体收益损失为:

$$T_{S1} = N | T_{N1}(T_{N1} - T_{C1}) - T'_{N1}(T'_{N1} - T'_{C1}) | = 2800(\text{万元})$$

假定疫区封锁之前,车辆为了达到目的地通过疫区所需要的平均耗费为10元·辆/km;封锁前,绕行疫区周边道路车辆的平均耗费为20元/(km·辆);封锁后绕行疫区周边道路绕行车辆的平均耗费为25元/(km·辆);道路封锁之前疫区周边绕行道路的日均交通流量为91辆/d,封锁之后的平均交通流量为94辆/d,疫区的周边绕行道路里程为50km,交通从封锁到恢复开通所需时间为30d。由于交通封锁造成绕行损失为:

$$T_{S2} = (C_2 - C_0)(V_1 - V_0)Lt + (C_2 - C_1)V_0Lt = 75(\text{万元})$$

因此,禽流感造成的交通损失为:

$$T_S = T_{S1} + T_{S2} = 2800 + 75 = 2875(\text{万元})$$

3.4 环境损失

禽流感的暴发、疫病病原的扩散、病死畜禽处理不当等会造成相应的水污染、废弃物污染等环境污染,可以将其看作非市场产品的质量。它也是市场上产品生产的投入要素之一,环境质量的变化会通过生产过程影响到生产活动,并最终引起产量的变化,使社会福利遭受损失。环境成本被美国管理委员会分为环境损耗成本、环境保护成本和环境污染消除费用^[13]。在一般情况下,针对动物疫病暴发后病死畜禽、畜禽粪便以及各种废弃物的处理,都会有严格的规定,由此引起环境污染、造成生态破坏的

几率非常低，因此，动物疫病暴发所引起的环境成本一般都很低，几乎是可以忽略的。但是，在疫病监管不严格、处理设施不完备以及宣传不到位的地区，人们很容易由于防疫意识淡薄、配合防控的积极性低、操作不规范等，没有严格按照疫情防控程序对病死畜禽进行处理，处理不当即引发环境污染，用需要投入相应的污染治理费用来表示环境成本。

这里借鉴洪灾损失中对生态损失的评估模型来评估环境损失^[14]：

$$E = \sum_{t=1}^{T_2} (C_t + G_t)(1+r)^{-t}$$

式中： r 为贴现率，取值 3%，第 t 个年份，恢复费用和损失的效益分别为 C_t 、 G_t ；恢复到突发事件发生前的环境水平所需年数为 T_2 。

运用条件价值评估法进行环境价值估计时，可以通过对环境变化如何定价、环境变化的影响等要素进行虚拟组合，然后采用社会调查的方法，直接向有关人群进行样本调查，对调研结果进行分析后，推测环境变化的可能影响。

假定由于病死畜禽处理不当，导致地下水污染和固体废弃物污染，给生态环境造成不利影响。那么，要使生态环境恢复到疫情暴发之前的水平，就需要投入一定的治理费用。

假定生态环境恢复到暴发之前水平所需要的年数为 5 年，平均每年投入的用于环境治理、恢复的费用为 10 万元，每年由于环境污染所损失的效益为 100 万元，贴现率 $r=3\%$ 。那么，环境损失就是所投入的恢复费用与效益之和的折现值，这一部分损失共计：

$$E = \sum_{t=1}^{T_2} (C_t + G_t)(1+r)^{-t} = \frac{110}{(1+3\%)} + \frac{110}{(1+3\%)^2} + \dots + \frac{110}{(1+3\%)^5} = 503.78(\text{万元})$$

3.5 标准地区总损失

因此，环境总损失为 503.78 万元。

通过对上述各项评估指标进行数据模拟分析，可以得到标准地区的禽流感总损失为：

$$A = 80.8009 + 6.4900 + 0.2875 + 0.0500 = 87.6284(\text{亿元})$$

4 待评估地区损失评估

在疫情基本结束后，为了了解动物疫病给地区

经济社会造成的整体影响，作为地区恢复生产、进行相关投入的参考，需要从经济、社会、环境 3 个角度所构建的指标入手，对地区经济损失进行较为全面的评估。此时，根据“标准单位疫病”损失评估法所给出的分析过程和评估公式，标准地区的疫病损失为 A 。

假定标准地区的 GDP 为 y_{11} 、医疗卫生支出与一般公共服务支出为 y_{12} ，环境保护支出为 y_{13} ，待评估地区对应的 3 个值分别为 y_{21} 、 y_{22} 、 y_{23} ；将这 3 项指标作为经济、社会、环境的代表性指标，分别计算经济、社会、环境在区域中的权重值。将标准地区的相应数据看作是待评估地区相应数据的原始值，通过熵权法计算指标的变异性大小来确定客观权重。原始数据矩阵为：

$$Y = \begin{bmatrix} y_{11} & y_{12} & y_{13} \\ y_{21} & y_{22} & y_{23} \end{bmatrix}$$

将原始数据矩阵进行归一化处理，取矩阵中第 j 个指标下第 i 个项目 y_{ij} 与该矩阵中所有元素之和的比值作为归一化结果，计算公式为：

$$z_{ij} = \frac{y_{ij}}{\sum_{i=1}^n Y_{ij}} \quad j = 1, 2, 3$$

z_{ij} 为第 j 个指标下第 i 个指标的标准化值。运用下面公式确定评价指标的熵值：

$$H(y_j) = -k \sum_{i=1}^n z_{ij} \ln z_{ij} \quad j = 1, 2, 3$$

其中， k 为调节系数， $k=1/\ln n$ 。将评价指标的熵值转化为权重值，则第 j 个指标的熵权 w_j 为：

$$d_j = \frac{1 - H(y_j)}{m - \sum_{j=1}^m H(y_j)} \quad j = 1, 2, 3$$

其中， $0 \leq d_j \leq 1$ ， $\sum_{j=1}^m d_j = 1$ 。

待评估地区的疫病损失评估公式就可以简单地表示为：

$$A' = d_1(L_l + L_G) + d_2 T_S + d_3 E$$

在疫情基本结束后，为了帮助养殖户和相关企业恢复生产和正常的生活秩序，需要综合考虑地区疫病所造成的损失和影响，作为生产生活投入的参考，此时，待评估地区的整体损失既可以通过“标准单位疫病”评估方法所构建的指标体系进行详细评估，也可以根据熵权法的计算过程，对区域疫病损失进行大概的估计。

将内蒙古赤峰市作为待评估地区 B，以 2013 年

作为评估年,以山东省作为标准地区,山东省2013年的疫病标准损失为87.6284亿元。山东省和赤

峰市的人均GDP、医疗卫生支出、公共服务支出、环境保护支出等指标值(表2)。

表2 标准地区和待评估地区指标值

Table 2 Index value of the standard areas and the area to be evaluated 亿元

地区 Area	GDP	医疗卫生支出与一般公共服务支出 Expenditures on health and general public services	环境保护支出 Environmental protection expenditure
山东	54 684.30	1 194.14	154.42
赤峰	1 686.15	50.10	16.13

将上表表示成矩阵的形式,原始数据矩阵为:

$$Y = \begin{vmatrix} 54\ 684.30 & 1\ 194.14 & 154.42 \\ 1\ 686.15 & 50.10 & 16.13 \end{vmatrix}$$

则

$$\sum_{i=1}^n Y_{ij} = 57\ 785.24$$

对原始数据矩阵进行归一化处理,结果为:

$$Z_{ij} = \begin{vmatrix} 0.946\ 3 & 0.020\ 7 & 0.002\ 7 \\ 0.029\ 2 & 0.000\ 9 & 0.000\ 3 \end{vmatrix}$$

运用熵值计算公式得到相关指标的熵值:

$$H(y_j) = | 0.224\ 0 \quad 0.124\ 5 \quad 0.026\ 1 |$$

第j个指标的熵权 ω_j 为:

$$\omega_j = | 0.295\ 6 \quad 0.333\ 5 \quad 0.371\ 0 |$$

各指标的权重分别为0.2956、0.3335和0.3710,以标准地区动物疫病损失为参照基础,待评估地区的疫病损失就可以表示为:

$$A' = 0.295\ 6 \times 87.290\ 9 + 0.333\ 5 \times 0.287\ 5 + 0.371\ 0 \times 0.05 = 25.917\ 7(\text{亿元})$$

5 调整待评估地区的损失值

在估算出待评估地区的疫病损失后,借鉴米锋等^[15]对林木损毁程度系数的研究,尝试提出“疫病程度系数”的概念,作为区域动物疫病暴发所导致的损失的调整值。动物疫病的影响程度系数 I_d 是由疫病的影响范围(d)和损失强度系数(ϵ)决定,其中, d 表示不同级别疫病的疫区占行政区域总面积的比例, ϵ 为不同的损失强度系数。

$$I_d = d\epsilon$$

假定一次禽流感暴发时,一个疫点的范围是指以病家为中心向外延伸4 km的区域,平均一个疫点的影响面积为 $16\pi\ \text{km}^2$ 。由于整体区域较难确

定,假定一个行政单元的区域面积为 $10\ 000\ \text{km}^2$,通过计算疫点暴发数及暴发面积在区域总面积中的比例,并以此为基础进行评估; ϵ 根据专家调查法,按照十分制进行赋值。将动物疫病的等级分为I、II、III和IV 4个等级(表3)。

在具体评估时,可以结合地区实际,依据专家调查法、头脑风暴法等对损毁程度系数进行具体判断。影响范围 d 可以结合地区实际进行计算。

赤峰市动物疫病的暴发时,禽流感的区域面积在赤峰市的整体面积中所占的比例为15%,动物疫病等级为III级,此时待评估地区中,发生布病疫情的区域的损失用0.06作为调整值进行计算。根据动物疫病程度系数表, $I_d=0.06$,那么疫区的损失为:

$$L_p = 0.06 \times A' = 0.06 \times 25.917\ 7 = 1.555\ 1(\text{亿元})$$

因此,结合待评估地区内疫点的数量、疫区的面积等,对禽流感暴发所造成的影响范围、危害程度进行评估后,得到区域内部疫病调整系数值,用这个值对区域的损失进行调整,就可以得到禽流感暴发区域所遭受的大概损失值。

6 结 语

本研究提出了“标准单位疫病”损失评估方法,并演示了如何通过对标准地区山东的损失计算值,来对赤峰市这个待评估地区的禽流感疫病损失进行快速评估。本研究所建立的评估指标体系是从宏观角度出发、选择联系紧密的微观角度的指标,运用相应的方法对养殖户、规模养殖企业等基层生产主体在动物疫病暴发时所遭受的经济损失进行准确评价,通过相对较少的数据,标准单位疫病法就能快速地估算出损失值。研究成果为制定科学的补偿标准,提高养殖主体的积极性,为政府快速了解疫病经

表 3 疫病程度系数
Table 3 disease-degree-coefficient

疫病等级 Epidemic level	因素 Factors	疫点数 Number of epidemic region		
		10	11	≥12
I	d	50%	55%	60%
	ϵ	8.0	8.5	9.0
	I_d	0.40	0.47	0.54

疫病等级 Epidemic level	因素 Factors	疫点数 Number of epidemic region		
		6	8	10
II	d	30%	40%	50%
	ϵ	6.0	6.5	7.0
	I_d	0.18	0.26	0.35

疫病等级 Epidemic level	因素 Factors	疫点数 Number of epidemic region		
		3	4	5
III	d	15%	20%	25%
	ϵ	4.0	5.0	6.0
	I_d	0.06	0.10	0.15

疫病等级 Epidemic level	因素 Factors	疫点数 Number of epidemic region		
		1	2	3
IV	d	5%	10%	15%
	ϵ	1.0	2.0	4.0
	I_d	0.005	0.010	0.060

济损失,制定应急投入策略及疫后防控投入策略提供了科学参考依据。研究所提出的禽流感疫情的经济损失评估方法是为了能够快速了解疫情的大概损失,如果需要较为精确的损失数据,还需要通过相应的补充调查来获得。在实际运用时,如果疫病类别发生变化,需要根据地区情况进行指标的调整和完善,如果各地区之间的统计口径不一、技术人员水平有限,可能会影响指标数据的可用性。按照“标准单位疫病”评估法评估流程对待评估地区进行损失评估,所得到的是一个损失估计值,目的在于制定动物疫病的应急防控策略,“标准单位疫病”损失评估方法还需要在实际中得到进一步的检验。此外,可以

根据历年禽流感疫情所造成的各项经济损失值、建立相应的风险损失数据库,以进一步完善所提出的疫情损失经济学评估方法。

参 考 文 献

[1] 万开亮. 畜牧业灾害补偿问题研究[D]. 武汉:华中农业大学, 2008
Wan K L. Problem of disaster compensation in animal husbandry[D]. Wuhan: Huazhong Agricultural University, 2008 (in Chinese)

[2] 李亮, 浦华. 经济评估在动物卫生风险分析的应用与启示[J]. 世界农业, 2011(3):19-22

- Li L, Pu H. The application and inspiration of economic assessment in animal health risk analysis [J]. *World Agriculture*, 2011(3):19-22 (in Chinese)
- [3] 吴春艳,王靖飞,赵丽丹,李静,吉增涛,杨彦涛,王笑梅,童光志. 中国高致病性禽流感免疫预防风险评估[J]. 畜牧兽医学报, 2006, 37(6):621-624
- Wu C Y, Wang J F, Zhao L D, Li J, Ji Z T, Yang Y T, Wang X M, Tong G Z. Risk assessment of immune prevention for highly pathogenic avian influenza in China [J]. *Animal Husbandry and Veterinary Science*, 2006, 37(6):621-624 (in Chinese)
- [4] 张志诚,李长友,黄保续,刘拥军,宋建德,韦新捷,蔡丽娟,王志亮. 中国禽群高致病性禽流感发生状况及其风险预测[J]. 畜牧兽医学报, 2010, 41(4):454-462
- Zhang Z C, Li C Y, Huang B X, Liu Y J, Song J D, Wei X J, Cai L J, Wang Z L. Prediction on the status of HPAI and its risk trend in China [J]. *Animal Husbandry and Veterinary Science*, 2010, 41(4):454-462 (in Chinese)
- [5] 张莉琴,康小玮,林万龙. 高致病性禽流感疫情防制措施造成的养殖户损失及政府补偿分析[J]. 农业经济问题, 2009(12):28-33
- Zhang L Q, Kang X L, Lin W L. Farmers loss caused by HPAI control measures and analysis of government compensation [J]. *Issues in Agricultural Economy*, 2009(12):28-33 (in Chinese)
- [6] 蒋芳. 浅析我国禽流感疫情对家禽业的影响及建议[J]. 中国畜牧杂志, 2006, 42(10):5-26
- Jiang F. Analysis of the impact of bird flu on the poultry industry and recommendations[J]. *Chinese Journal of Animal Science*, 2006, 42(10):5-26 (in Chinese)
- [7] 周立楠,李雯洁. 禽流感对新疆经济的影响分析[J]. 新疆财经学院学报, 2006(1):28-31
- Zhou L N, Li W J. Analysis of influence of birds flu on Xinjiang economy [J]. *Journal of Xinjiang Finance & Economics Institute*, 2006(1):28-31 (in Chinese)
- [8] 刘瑞鹏. 动物疫情风险下养殖户经济损失评价研究:以禽流感为例[D]. 杨凌:西北农林科技大学, 2012
- Liu R P. Evaluatin research on farmers' economic loss at risk of animal epidemic: Take avian influenza for example [D]. Yangling: Northwest A&F University, 2012 (in Chinese)
- [9] 梅付春,张陆彪. 加拿大应对禽流感的扑杀补偿政策及启示[J]. 中国农学通报, 2009, 25(12):304-306
- Mei F C, Zhang L B. Compensation policy and its enlightenment for destroyed birds in Canada [J]. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 2009(25):304-306 (in Chinese)
- [10] Landman W J, Schrier C C. Avian influenza: Eradication from commercial poultry is still not in sight [J]. *Tijdschrift Voor Diergeneeskunde*, 2004, 129(23):782-796 (in Chinese)
- [11] 浦华. 动物疫病防控的经济学分析[D]. 北京:中国农业科学院, 2007
- Pu H. Economic analysis of animal diseases controlling [D]. Beijing: Chinese Academy of Agricultural Seienees, 2007 (in Chinese)
- [12] 何新天. 加强重大动物疫病防控能力建设[J]. 动物保健, 2006(7):4-8
- He X T. Strengthen the capacity of prevention and control of major animal disease [J]. *Animal Health*, 2006(7):4-8 (in Chinese)
- [13] 李连华,丁庭选. 环境成本的确认和计量[J]. 经济经纬, 2000(5):78-80
- Li L H, Ding T X. Recognition and measurement of environmental cost [J]. *Economic Survey*, 2000(5):78-80 (in Chinese)
- [14] 傅湘,纪昌明. 洪灾损失评估指标的研究[J]. 水科学进展, 2000, 11(4):432-435
- Fu X, Ji C M. Study on estimating index of flood damage [J]. *Advances in Water Science*, 2000, 114:432-435 (in Chinese)
- [15] 米锋,韩征,孙丰军. 林木损失额价值计量及损毁程度系数研究:以北京地区为例[J]. 林业经济, 2008(5):58-61
- MI F, Han Z, Sun F J. A study on the quantitative estimation of forest tree loss in Beijing: The discussion on the assuring method of the coefficient of damage degree [J]. *Forestry Economics*, 2008(5):58-61 (in Chinese)

责任编辑:苏燕