

附件 2

巴中市哲学社会科学规划项目 结项申请书

立 项 编 号 BZ25ZC249

项 目 类 别 自筹课题

项 目 名 称 巴中市活禽市场禽流感污染现状及防控策略研究

项 目 负 责 人 吴开学

所 在 单 位 巴中市疾病预防控制中心

填 表 日 期 2025 年 10 月 15 日

巴中市社会科学界联合会 制

2025 年 3 月

声 明

本研究成果不存在知识产权争议；巴中市社会科学界联合会享有推广应用本成果的权利，但保留作者的署名权。特此声明。

成果是否涉及敏感问题或其他不宜公开出版的内容：是☒ 否☐

成果是否涉密： 是☐ 否☒

项目负责人（签字）

年 月 日

填 表 说 明

一、本表适用于巴中市社科年度规划项目、专项项目等结项申请。

二、认真如实填写表内栏目，凡选择性栏目请在选项上打“√”。课题申报信息无变更情况的可不填写《项目变更情况数据表》。

三、本《结项申请书》报送 2 份（A3 纸双面印制，中缝装订），并附最终成果打印稿（正文格式要求：主标题 2 号方正小标宋简体，其中一级标题 3 号方正黑体-GBK，二级标题 3 号方正楷体-GBK，三级标题 3 号方正仿宋-GBK 加粗，正文 3 号方正仿宋-GBK）。

四、所有结项材料须经所在单位审核并签署意见。县（区）申报者报送所在县（区）社科联审核后统一报送至市社科联，其他申报者可直接报送市社科联。

一、项目变更情况数据表

立项项目名称		巴中市活禽市场禽流感病毒污染现状及防控策略研究							
结项成果名称		巴中市活禽市场禽流感病毒污染现状及防控策略研究报告							
是否变更		B、否		变更的内容					
原计划成果形式		研究报告		现成果形式			研究报告		
原计划完成时间		2025 年 10 月 29 日		实际完成时间			2025 年 10 月 15 日		
项目负责人及参与人员变更情况									
原 负 责 人	姓 名	吴开学	性别	男	民族	汉	出生日期	1988 年 2 月	
	所在单位	巴中市疾病预防控制中心			行政职务			专业职务	主管技师
	通讯地址	巴中市巴州区育才街 50 号				联系电话		18908298837	
现 负 责 人	姓 名		性别		民族		出生日期		
	所在单位				行政职务			专业职务	
	通讯地址					联系电话			
原 参 与	姓 名	单 位			职 称		联系电话		
	蒲伟	巴中市疾病预防控制中心			主管技师		18981674917		
	叶润童	巴中市疾病预防控制中心			技师		19150470950		

人 员	郭欣鹭	巴中市疾病预防控制中心	主管技师	15884974050
现 参 与 人 员	姓 名	单 位	职 称	联系电话

二、申请人所在单位审核意见

1.成果无政治导向问题,但涉及敏感问题,有不宜公开出版的内容;2.最终结果的内容质量符合预期研究目标。

签 章
年 月 日

三、县（区）社科联意见

单位（公章）:

负责人签字:

年 月 日

四、专家鉴定意见

(请在对应意见栏划“√”)

1.成果有无意识形态方面问题： 有 ☐ 否 ☐

2.是否同意结项：是 ☐ 否 ☐

3.鉴定等级：优秀 ☐ 良好 ☐ 合格 ☐

主审专家签字：

年 月 日

五、市社科联审核意见

单位（公章）:

年 月 日

巴中市活禽市场禽流感病毒污染现状及 防控策略研究报告

吴开学，蒲伟，叶润童，郭欣露

巴中市疾病预防控制中心,四川巴中，636000

摘要：

本研究基于巴中市近五年（2021 - 2025 年）的环境监测数据，结合对 89 个城乡活禽市场的现场调查与市场观察，系统评估了禽流感病毒的污染状况。通过构建环境暴露指数，并运用空间聚类分析和多元线性回归模型，揭示了病毒污染的空间分布规律及其关键驱动因素。研究发现，巴中市活禽市场环境样本呈现高阳性率（45.01%），并存在“城市高暴露、农村高脆弱性”的二元

风险格局。回归分析表明，消毒状况与卫生状况是影响环境暴露指数的核心因素；消费者调查则揭示出明显的“认知—行为”悖论。巴中市活禽市场中禽流感病毒污染严重，其传播风险由环境、管理和行为因素共同驱动。建议采取城乡差异化的精准防控策略：城市市场应重点推动“集中屠宰+冷链配送”模式转型并加强监管；农村市场须着力补齐消毒设施与行为干预方面的短板；全域则应转变宣传教育范式，以破解“认知—行为”悖论。

关键词：禽流感病毒；活禽市场；环境暴露指数；城乡差异；防控策略；巴中市

Report on Avian Influenza Virus Contamination Status and Prevention Strategies in Bazhong City Live Poultry Markets

Wu Kaixue, Pu Wei, Ye Runtong, Guo Xinlu

**Bazhong Center for Disease Control and
Prevention; Bazhong, Sichuan, 636000**

Abstract:Based on environmental monitoring data from the past five years (2021-2025) in Bazhong City, combined with field surveys and market observations of 89 urban and rural live poultry markets, this study systematically assessed the contamination status of

avian influenza viruses. By constructing an environmental exposure index and employing spatial clustering analysis and multiple linear regression models, the spatial distribution patterns of viral contamination and its key driving factors were revealed. The results showed a high positive rate (45.01%) in environmental samples from live poultry markets in Bazhong, along with a dual risk pattern of "high exposure in urban areas and high vulnerability in rural areas." Regression analysis indicated that disinfection and hygiene conditions are the core factors influencing the environmental exposure index, while consumer surveys revealed a significant "knowledge-behavior paradox." Given the severe avian influenza virus contamination in Bazhong's live poultry markets, the transmission risk is jointly driven by environmental, managerial, and behavioral factors. It is recommended to adopt a targeted prevention and control strategy tailored to urban and rural differences: urban markets should focus on promoting the transition

to a "centralized slaughtering + cold chain distribution" model and strengthen supervision; rural markets should prioritize addressing gaps in disinfection facilities and behavioral interventions; and all regions should shift their education and communication paradigms to resolve the "knowledge-behavior paradox."

Keywords: Avian Influenza Virus; Live Poultry Market; Environmental Exposure Index; Urban-Rural Differences; Prevention and Control Strategy; Bazhong City

1 引言

禽流感病毒 (avian influenza virus, AIV) 是从禽类宿主分离或适应于禽类宿主的甲型流感病毒 (influenza A viruses, IAVs)。由于他们参与大流行和暴发毒株的产生而备受关注。目前自然界中已发现的流感病毒可分为甲、乙、丙、丁四型, 甲型、乙型和丙型流感病毒能够感染人类, 其中甲型和乙型流感在人类中引起年度流行 (季节性流感); 目前已知丁型流感仅感染猪和牛。其中甲型流感病毒对人类最为重要, 根据其表面血凝素(HA)和神经氨酸酶 (NA) 蛋白结构及其基因特性可分成许多亚型, 已

发现的血凝素有 16 个亚型 (H1~16), 神经氨酸酶有 11 个亚型, 禽流感病毒的许多株可以根据禽类疾病的严重程度分为低致病性禽流感 (LPAI) 和高致病性禽流感 (HPAI), HPAI 常常引起严重的临床症状和高死亡率。甲型流感病毒在自然界中拥有广泛的宿主动物种类, 特别是野生水禽, 在散养禽类农场和活禽市场中家禽与携带流感病毒的野禽接触后被感染, 并在家禽群体中持续传播, 大多数禽流感病毒存在于野生鸟类和家禽中。禽流感病毒可以直接感染人类, 虽属偶发情况, 迄今为止, 至少有 16 种 AIV 亚型 (H1N2, H3N8, H5N1, H5N6, H5N8, H5N1, H7N2, H7N3, H7N4, H7N7, H7N9, H9N2, H10N3, H10N5, H10N7, 和 H10N8)。禽流感是人兽共患传染病的重要威胁, 活禽交易市场是病毒传播与扩增的关键场所, WHO 及 FAO 提出 “One Health” 框架, 强调禽流感病毒 (如 H5N1、H7N9) 在人-禽-环境界面的传播风险。巴中位于四川盆地东北部, 地处秦岭山脉大巴山系米仓山南麓, 野生动物丰富, 家禽养殖业发达, 城乡农贸市场活禽交易普遍。特别是近年来巴中市暴发多例人感染禽流感病例, 系统评估其城乡活禽市场污染现状并制定针对性防控策略至关重要。本研究旨在填补巴中市在该领域的系统性研究空白, 通过多元数据融合与多模型分析, 为构建科学、高效的禽流感防控体系提供支撑。

2 材料与方法

2.1 研究对象与数据来源

2.1.1 研究对象

以巴中市 89 个城乡活禽交易市场为研究对象，基于近 5 年环境监测数据（2021–2025 年），涵盖：

病毒学数据：环境样本（宰杀案板、禽类粪便、笼具、污水等）的病毒阳性率、亚型种类分布、病毒载量；

市场特征：城乡市场规模、消毒状况、卫生条件、管理措施；

人群行为：从业者防护措施（防护装备使用率、废弃物处置等）、消费者购买习惯（接触活禽频次、防护措施等）。

2.1.2 数据来源：

病毒学监测数据：2020 年 10 月–2025 年 9 月连续采集的城乡活禽市场环境监测样本核酸检测检测结果，包括病毒阳性率、亚型分布及 CT 值。

问卷调查数据：通过调查表和问卷形式开展现场调查，调查表涵盖市场基本信息、消毒状况、从业者防护行为、卫生状况及管理措施、消费者行为习惯。

空间数据：各市场 GPS 坐标点。

2.2 研究方法

2.2.1 监测点

根据市场规模和行政区划城区农贸市场全部纳入研究范围，

乡镇农贸市场选择全部有活禽交易市场的中心乡镇和部分有活禽交易市场的非中心乡镇作为监测点，并用 GPS 定位经纬度坐标，图 1。

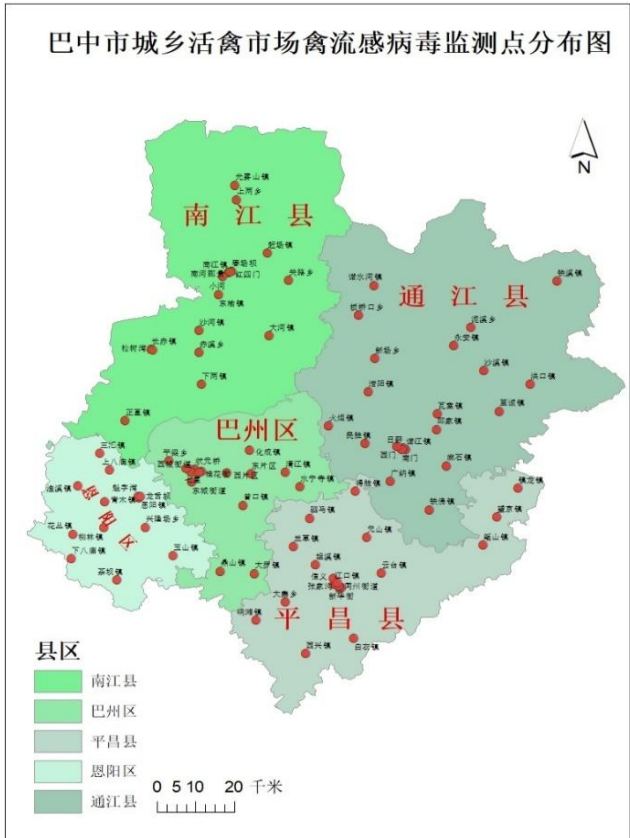


图 1 巴中市城乡活禽市场禽流感病毒监测点分布图

2.2.2 调查表和调查问卷设计

根据长期监测经验、专家咨询、查阅专业文献等方法设计调查表和调查问卷，开展现场调查收集市场信息，确保调查结果真实、可信。

本研究从市场规模风险、消毒状况风险、防护行为风险、卫生状况风险、管理措施风险 5 个维度来设计调查表，表 1。市场

规模风险反映市场基础风险水平，消毒状况风险反映传染病防控关键环节，防护行为风险反映从业人员防护意识，卫生状况风险反映环境卫生基础条件，管理措施风险反映制度化监管水平。

表 1 巴中市城乡活禽市场现场调查表指标

维度	指标
市场规模风险	宰杀点数量，销售商数量，散户零售数量，日均人流量，日均存栏量，物理隔断，市场位置，活禽交易类型，零售交易类型，市场活禽来源，经营活禽种类
消毒状况风险	消毒设施，消毒方式，消毒剂有效性，消毒剂使用方法，消毒液使用频次
防护行为风险	防护用品完备，废弃物处理，病死禽处理
卫生状况风险	地面污水情况，异味程度，通道污水情况，垃圾处理情况，通风情况
管理措施风险	有效证件，污水排放方式，管理措施，其他管理制度

2.2.3 禽流感病毒核酸检测

前期监测数据未覆盖到的监测点，在调查过程中补充采集样本，样本类型包括：宰杀案板、笼具、禽类粪便、清洗污水、禽类饮水、脱毛机及其他可能被污染的环境拭子，每个市场至少采集 3-5 份不同类型的样本。利用核酸提取试剂和自动核酸提取仪（西安天隆科技有限公司）对环境样品进行核酸提取。利用甲型通用型病毒实时荧光 PCR 核酸检测试剂盒（上海伯杰医疗科

技股份有点公司)初筛,甲型阳性的样本开展亚型分型。

2.2.4 数据整合与标准化

使用 Excel 2013 软件建立数据库,采用 Z-score 标准化数据, Min-Max 归一化数据,并应用 R 4.5.1 进行核心指标构建和统计分析,使用 ArcGIS 软件进行局部空间自相关分析。

2.2.4.1 环境暴露指数 (Environmental Exposure Index, EEI)

从污染程度(P)、毒力风险(H)、多样性(S)、病毒浓度(V)四个维度来构建环境暴露指数,并根据环境暴露指数来划分风险级别:

$$EEI = (W_1 \times P_std) + (W_2 \times H_std) + (W_3 \times S_std) + (W_4 \times V_std)$$

P_std: 标准化市场环境样本阳性率。

H_std: 标准化阳性样本中高致病性病毒比率。

S_std: 标准化阳性样本中检出病毒亚型种类数。

V_std: 标准化基于平均 CT 值, $V = 1/\text{平均 CT 值}$ 。

$W_1 \sim W_4$: 各指标权重,采用熵权法确定。

低风险(0-33分)为环境暴露低风险;

中风险(34-66分)为环境暴露中风险;

高风险(67-100分)为环境暴露高风险;

2.2.4.2 空间分析: 利用 ArcGIS 软件和 GPS 定位坐标构建巴中市

区域地图，使用 ArcGIS 进行局部空间自相关分析，以平均阳性率作为分析指标，识别统计显著的病毒污染热点/冷点区域。

2.2.4.3 关联性分析：构建多元线性回归模型，分析市场规模、消毒状况、防护行为、卫生状况、管理措施等变量与市场 EEI 的关联性，并采用逐步回归分析获得最终模型。

$$EEI = \beta_0 + \beta_1 * \text{市场规模} + \beta_2 * \text{消毒状况} + \beta_3 * \text{防护行为} + \beta_4 * \text{卫生状况} + \beta_5 * \text{管理措施}$$

2.2.4.4 城乡差异化分析：利用前面构建的城乡环境暴露指数（EEI）对 89 个市场中城市市场和农村市场的差异分析使用 Mann-Whitney U 检验和卡方检验（ χ^2 ）；利用市场规模风险、消毒状况风险、防护行为风险、卫生状况风险、管理措施风险、环境暴露指数、阳性率 7 个维度指标对城市市场和农村市场 EEI 指数低、中、高三个风险等级的差异分析使用 t 检验。

3 研究结果

3.1 市场基本特征与病毒污染现状

3.1.1 市场特征

本次研究共覆盖 89 个城乡活禽市场，其中城市市场 30 个（33.71%），农村市场 59 个（66.29%）；其中巴州区 18 个（20.22%），恩阳区 12 个（13.48%），南江县 17 个（19.10%），平昌县 22 个（24.72%），通江县 20 个（22.47%），见表 2。

表 2 巴中市城乡活禽市场分布

县区	城市市 场	构成 比	农村市 场	构成 比	合计	构成比
巴州区	11	61.11%	7	38.89%	18	20.22%
恩阳区	2	16.67%	10	83.33%	12	13.48%
南江县	5	29.41%	12	70.59%	17	19.10%
平昌县	8	36.36%	14	63.64%	22	24.72%
通江县	4	20.00%	16	80.00%	20	22.47%
合计	30	33.71%	59	66.29%	89	100.00%

3.1.2 巴中市活禽市场休市情况

89 个活禽市场中有 33 个市场无休市，25 个市场隔开市 1 天休市 3 天，31 个市场隔天休市，城市市场全部无休市。

3.1.3 活禽交易区位置情况

有 26 个活禽市场活禽交易区位于农贸市场出入口处；有 8 个活禽市场交易店铺位于农贸市场中部；23 个位于市场角落；13 个在市场多个分散位置。19 个市场商铺全部位于独立集中活禽交易区；10 个市场设有独立集中活禽交易区，但在交易区外有交易活动；44 个市场活禽交易区无物理隔断，紧邻其他商铺（49.44%）；15 个市场活禽交易区有物理隔断。

3.1.4 活禽来源情况

只来自农村散养户的市场数为 19 个；从外省、市贩运的市场数为 48 个（53.93%）；直接只来源于本地养殖场的市场数为 8 个；有多种来源（包括本地和外地）的市场数为 51 个（57.3%）。

3.1.5 消毒状况

每家商家均有有 1 种以上消毒设施（喷雾器、喷壶、消毒池、喷洒装置等）的市场有 15 个；大部分商家有消毒设施的市场个数为 30 个；少部分商家有消毒设施的市场个数为 23 个；无商家有消毒设施的市场个数为 21 个（23.6%）。有 44 个市场未查见有消毒剂；有 20 个市场商家有消毒剂，但已过期；有 22 个市场商家消毒剂在有效期内；有 17 个市场所有商家消毒剂均在有效期内（19.1%）。有 22 个市场商家表述按照消毒剂使用说明书使用；有 20 个市场商家按照经验使用消毒剂；有 31 个市场商家表示不会使用消毒剂或随意使用（34.83%）。

3.1.6 从业者防护状况

有 34 个市场从业者仅使用防水胶靴或防水围裙；有 19 个市场从业者在使用医用外科无纺布口罩；有 29 个市场从业者使用防水胶靴或防水围裙、棉线手套。宰杀产生禽类羽毛、内脏、血液等废弃物由市场统一收集处理的市场有 10 个（11.24%）；自行作为生活垃圾处理的市场有 78 个（87.64%）。有 54 个市场对病死禽采用自行丢弃方法处置；有 35 个市场从业人员不清楚如

何处置或表示无病死禽类。

3.1.7 卫生状况

有 19 个市场内活禽交易点基本干燥，地面无污水；有 10 个市场内交易点地面有大量污水流淌；有 60 个市场内活禽交易点有少量地面污水（67.42%）。有 40 个市场交易点外公共区域基本干燥，地面无污水；有 48 个市场公共区域有少量污水（53.93%）；有 1 个市场公共区域地面有大量污水。有 10 个市场交易区大量散落垃圾；有 54 个市场交易区有少量散落垃圾；有 25 个市场交易区无散落垃圾。有 30 个市场交易区通风良好；采用开放式通风，周围无围挡；有 7 个市场存在交易区密闭，无明显无通风措施；有 38 个市场交易区有窗户/排风扇但排向市场内部；有 12 个市场交易区有窗户/排风扇并排向市场外部。

3.1.8 管理措施情况

有 62 个市场商家有营业执照；有 14 个市场商家有动物检疫合格证；有 5 个市场从业人员具有从业人员健康证；有 24 个市场商家无任何证件。有 16 个市场存在将清洗禽类污水直接排入明沟暗渠；有 67 个市场将污水直接排入下水道管网；有 8 个市场存在将污水存入自备桶内自行处置。有 69 个市场有管理人员不定期监督交易区卫生情况（77.53%）；有 12 个市场有管理人员对市场活禽来源进行了解（11.48%）；有 38 个市场不定期组织统

一消毒（42.7%）。

3.1.9 消费者行为调查

本次调查问卷共收集有效问卷 141 份，男性 44 人（31.21%），女性受访者占绝大多数（68.79%）；加上近半数受访者（51.06%）集中在 45-60 岁年龄段，加上 31.21% 的 20-45 岁群体，中青年与中老年共同构成了受访主体。这表明受访群体是家庭中禽类产品消费与购买决策的主要人群，其结果具有较高的行为参考价值，调查结果见表 3-5。

本调查揭示了一个核心矛盾：受访者普遍具备基本的禽流感防控知识，但其购买行为、防护习惯与政策倾向却呈现出显著的“风险偏好”与“路径依赖”。超过七成（72.34%）的购买行为涉及活禽现场宰杀（购买商铺代宰或自行宰杀），这构成了当前最主要的消费模式，表明公众对活禽鲜肉的傳統偏好非常强烈。尽管有 72.34% 的受访者知晓接触活禽的传播风险，但高达 74.47% 的人在接触活禽时不做任何防护。这种“高认知、低防护”的巨大落差，是当前禽流感防控面临的最直接行为风险点。绝大多数受访者（84.40%）对现有购买方式表示满意，并直接体现在政策倾向上——超过半数（57.45%）明确反对以“集中屠宰、冷链配送”模式替代现有活禽市场。这构成了禽类消费模式转型升级的主要民意阻力。

表 3 受访者基本情况

变量	选项	人数	百分比(%)
性别	男性	44	31.21
	女性	97	68.79
年龄段	20 岁以下	3	2.13
	20-45 岁	44	31.21
	45-60 岁	72	51.06
	60 岁以上	22	15.6

表 4 受访者活禽相关行为与防护认知概况

维度	主要类别	核心发现	占比
购买行为	购买方式	购买活禽商铺代宰	44.68%
		自家活禽自行宰杀	27.66%
		(合计)	72.34%
	购买频率	非定期购买(每年 ≤ 3 次及其他)	65.95%
	购买地点	偶尔或从不在市场购买	75.89%
防护认知	防护行为	接触活禽时不做任何防护	74.47%
	风险认知	知晓禽流感可通过活禽传播	72.34%
	知识宣传	接受过禽流感防控知识宣传	66.67%

表 5 受访者对活禽市场的态度与改善建议

维度	核心议题	主要态度/倾向	占比
----	------	---------	----

总体态度	对当前购买方式	满意	84.40%
	对"集中屠宰"政策	不支持	57.45%
改善焦点	最不满意方面	其他（非具体环境卫生问题）	79.43%
	最希望改善方面	其他（非特定改进措施）	82.27%
	风险防控建议	其他（非指定防控方法）	71.63%
	已列选项中的关注点	加强市场检疫 / 改善宰杀环境	7.80% /14.89%

3.1.10 病毒污染总体情况

近五年累计采集环境样本 871 份，总体阳性率为 45.01%。其中 H9 亚型最多，有 329 份样本检出阳性（83.93%），H5 阳性 83 份（21.17%），H3 阳性 6 份（1.53%），H11 阳性 6 份（1.53%），甲型未分型样本 29 份（7.4%），其中混合感染阳性 39 份（9.95%），污染率最高的环境类型为宰杀或摆放禽肉案板表面，阳性占比 18.37%；高致病禽流感阳性占比为 27.69%。

3.2 病毒污染的时空分布规律

3.2.1 时间趋势

巴中市活禽市场环境监测样本 A 型流感病毒阳性率每年均有检出，在 20 年最高，为 80.95%，在 23 年出现了一个峰值，为 64.78%，全市活禽市场禽流感病毒持续存在，病毒阳性率呈现明显的季节性双高峰，在夏季（4-6 月）和冬季（10-12 月）呈现两个峰值，图 2，表 6。

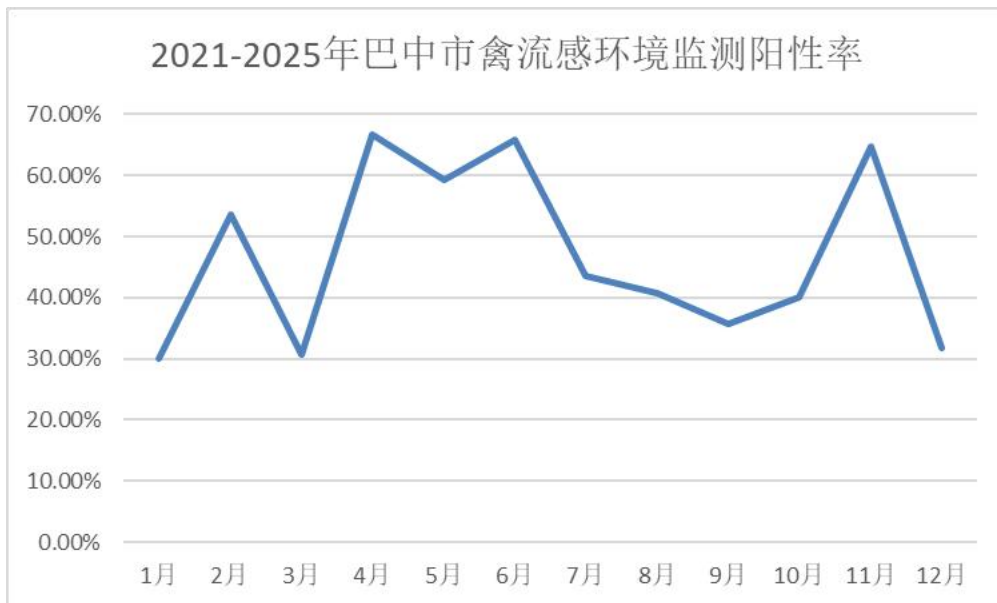


图 2 巴中市禽流感病毒活禽市场环境监测阳性率季节分布
表 6 巴中市不同时间活禽市场监测样本 A 型流感病毒核酸检测情况

采样时间	检测份数/份	A 型流感病毒阳性数/份	A 型流感病毒阳性率/%
2020 年	21	17	80.95
2021 年	104	37	35.58
2022 年	98	33	33.67
2023 年	247	160	64.78
2024 年	136	57	41.91
2025 年	265	104	39.25
1 月	40	12	0.30
2 月	71	38	0.54
3 月	62	19	0.31

4 月	27	18	0.67
5 月	54	32	0.59
6 月	79	52	0.66
7 月	69	30	0.43
8 月	162	66	0.41
9 月	115	41	0.36
10 月	40	16	0.40
11 月	108	70	0.65
12 月	44	14	0.32

3.2.2 巴中市城乡活禽市场空间自相关分析

环境监测样A型病毒本阳性率呈现较为明显的区域聚集趋势，主要围绕几个主城区、人口密集的中心乡镇和高速和城市主干道沿线呈现高阳性率分布。全局莫兰指数分析结果显示 Moran I 指数: 0.006138 ($z=0.248124$, $p=0.804038$) 空间上不存在显著的空间自相关，分布模式几乎是随机的，高低聚类分析（局部 Moran's I）结果显示全市各乡镇存在 1 个“高-高”聚类区，多个分散的“高-低”聚类和“低-高聚类”区域。“高-低”聚类主要存在于光雾山镇、诺水河镇、长赤镇、下两镇、铁佛镇、驷马镇、火炬镇、洪口至诚片区等人口较为密集的大型乡镇；而“低-高”聚集区主要出现在经济较为繁荣的成巴高速周边经济人口

较为密集的大型乡镇周边区域以及人口聚集的通江县城、洪口至诚片区周边；“高-高”聚类区是在巴中市主城区几个人口聚集区域。

3.3 环境暴露指数

本研究从污染程度(P)、毒力风险(H)、多样性(S)、病毒浓度(V)四个维度指标来构建环境暴露指数，结果显示 $EI < 34$ 的市场 27 个 (32.58%)， $EI = 34 - 66$ 的市场 58 个 (65.17%)， $EI > 66$ 的市场 2 个 (2.25%)，暴露指数最高的恩阳区下八庙镇和花丛镇，可能与这在这两个乡镇检车多种亚型禽流感病毒有关，特别是检出了在巴中市环境监测中从未检出的 H3 和 H11 亚型，表 6。

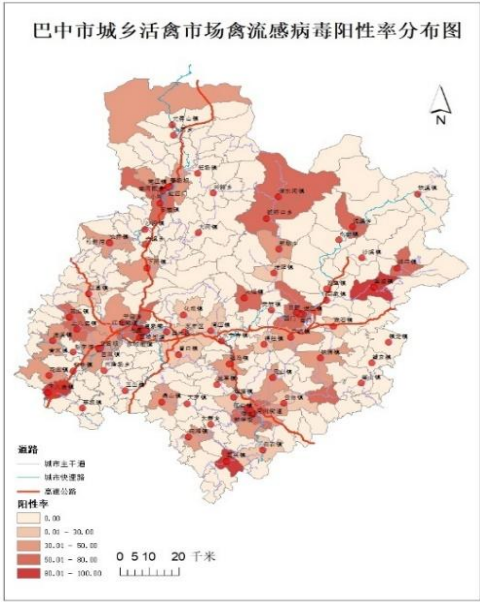


图 3 巴中市城乡活禽市场禽流感病毒分布

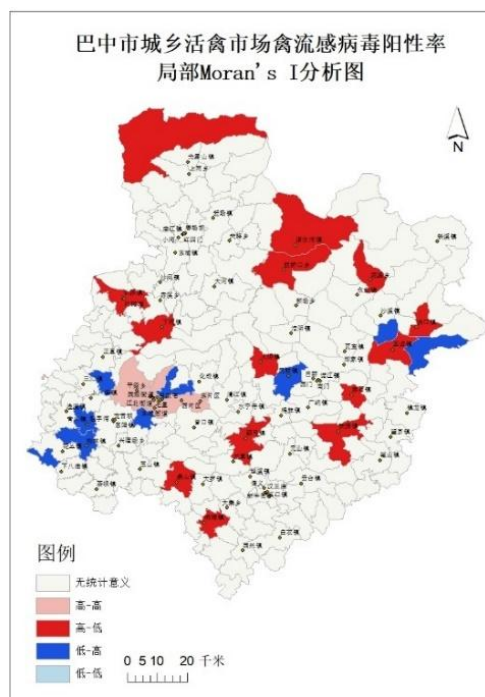


图 4 巴中市城乡活禽市场禽流感病毒局部自相关分布

表 6 巴中市城乡活禽市场环境暴露指数（EEI）前十市场

活禽市场名称	EEI（满分 100 分）	风险等级
恩阳区下八庙镇农贸市场	81.62	高暴露风险
恩阳区花丛镇农贸市场	67.93	高暴露风险
恩阳区魁字湾农贸市场	61.19	中暴露风险
恩阳区上八庙镇农贸市场	59.51	中暴露风险
巴州区曾口镇农贸市场	58.17	中暴露风险
通江县壁州街道日薪农贸市场	58.17	中暴露风险
平昌县西兴镇农贸市场	57.36	中暴露风险

通江县壁州街道东门农贸市场	55.39	中暴露风险
恩阳区雪山镇农贸市场	53.11	中暴露风险
巴州区清江镇农贸市场	52.61	中暴露风险

3.4 病毒传播的关键影响因素识别

本研究采用多元线性回归模型，探讨了环境暴露指数与五个风险维度（市场规模风险、消毒状况风险、防护行为风险、卫生状况风险、管理措施风险）之间的关系。初始完整模型包括所有五个自变量，但通过模型诊断和逐步回归、向后消除和向前选择方法变量，最终确定了一个更简约的模型，仅保留统计显著的变量。模型比较基于 AIC 值：完整模型 $AIC = 781.27$ ，而简化模型 $AIC = 776.56$ 。

最终模型为：环境暴露指数 = $32.155 - 18.744 \times \text{消毒状况风险} + 24.375 \times \text{卫生状况风险}$ 。

该模型整体统计显著（F 统计量 = 8.653，p 值 = 0.00038，调整 $R^2 = 0.1482$ ），能解释环境暴露指数变异的 14.82%。环境暴露指数主要受消毒状况风险和卫生状况风险的影响：消毒状况风险增加（消毒状况越完善）会显著降低环境暴露指数，而卫生状况风险增加（卫生状况越好）会显著提高环境暴露指数。

3.5 城乡差异化分析

3.5.1 巴中市 89 个城乡市场中有城市市场 30 个(33.7%)，农村市

场 59 个(66.3%), 城乡环境暴露指数差异显著(Mann–Whitney U 检验, $p = 0.004$), 见图 5, 低中高三个风险等级城乡差异有统计学意义 ($\chi^2 = 11.827, p < 0.01$), 表 6。

表 7 巴中市城乡活禽市场综合风险指数 (EEI) 比较

分类	EEI 低风险	EEI 中风险	EEI 高风险
城市	3	26	0
农村	26	31	2

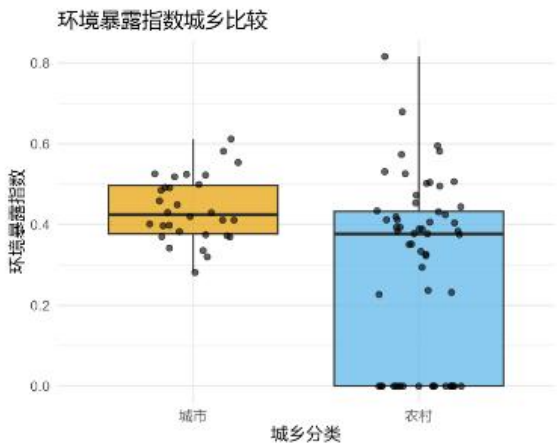


图 5 环境暴露指数城乡差异

3.5.2 对城市市场和农村市场进行市场规模风险、消毒状况风险、防护行为风险、卫生状况风险、管理措施风险、环境暴露指数、阳性率 7 个维度的 t 检验,结果显示在防护行为风险($p = 0.0313$)和管理措施风险 ($p = 0.0001$) 上农村显著高于城市, 环境暴露指数 ($p < 0.001$) 和阳性率 ($p < 0.001$) 上城市显著高于农村。结果表明农村在防护行为和管理措施方面风险更高,城市的阳性

率却显著更高（56.7% vs 30.4%），城市环境暴露指数显著更高，这与城市阳性率更高相一致，农村在多数维度标准差更大，说明农村内部差异较大，城市各项指标相对集中。

4 讨论与防控策略建议

4.1 综合讨论

本研究通过对巴中市89个城乡活禽市场进行系统调查与多维度分析，揭示了禽流感病毒污染的严峻现状及其复杂的驱动因素。主要发现与启示如下：

4.1.1 严峻现状，呈现高污染水平下的“认知-行为”悖论与城乡风险异质性

4.1.1.1 病毒污染普遍且严重，流行态势复杂：环境样本总体阳性率高达45.01%，表明病毒在巴中市活禽市场中广泛存在且污染严重。H9亚型为绝对优势毒株（83.93%），但高致病性毒株（H5）亦占有相当比例（21.17%），加之9.95%的混合感染率，构成了复杂的流行背景，增加了防控难度与病毒重配风险。时间上呈现夏季（4-6月）和冬季（10-12月）双高峰的规律，为实施季节性强化监测与干预提供了关键时间窗口。

4.1.1.2 “认知-行为”悖论突出，政策推行面临现实阻力：消费者调查揭示了一个核心矛盾，尽管多数受访者（72.34%）知晓禽流感可感染人风险，但其行为却呈现显著的“风险偏好”，高达

74.47%的消费者在接触活禽时不作任何防护。更值得注意的是，对现有购买方式满意度高（84.40%）与对“集中屠宰”政策的抵触（57.45%不支持）并存，表明传统的消费习惯和偏好是比知识缺失更深层次的干预障碍，这也解释了为何许多宣传教育未能有效转化为防护行为。

4.1.1.3 城乡风险格局异质，暴露与脆弱性并存：研究发现了一种“城市高暴露，农村高脆弱性”的二元风险格局。

城市市场：表现为高环境暴露指数和高病毒阳性率（56.7%）。这与城市市场活禽来源复杂（外地贩运占比高）、交易频繁、人流量大密切相关，导致病毒引入和传播的风险更高。

农村市场：虽然在环境暴露和阳性率（30.4%）上低于城市，但其防护行为风险和管理措施风险显著更高。表现为消毒设施匮乏（23.6%市场无任何设施）、废弃物处理不规范（87.64%自行作为生活垃圾处理）、病死禽处置随意（自行丢弃为主）等系统性的管理薄弱环节。这意味着农村市场虽然当前污染水平较低，但其脆弱的防控体系一旦有病毒引入，极易造成暴发和蔓延。

4.1.2 关键驱动因素，管理效能是决定环境风险的核心

多元回归模型清晰地指出，消毒状况与卫生状况是驱动环境暴露指数（EEI）最关键的因子。这从实证角度证实，市场的基础卫生与日常消毒管理等“软措施”的有效性，比硬件条件更

能直接影响病毒的生存与暴露水平。然而，现状是大多数市场在这些方面存在严重短板：近半数市场（49.44%）交易区无物理隔断，消毒剂规范使用率极低，卫生管理松散。这直接导致了即使在经济相对发达、交通便利的成巴高速周边及主要乡镇，也出现了“低-高”风险聚集区，凸显了管理缺位对风险的放大效应。

4.2 差异化防控策略建议、精准化的防控策略

基于以上发现，本研究主张放弃“一刀切”的防控模式，转而实施城乡差异化、措施精准化的防控体系。

4.2.1 城市市场“促转型、强监管”

针对城市市场，主要采取降低病毒暴露机会，控制输入性风险策略。在EEI高值的城区市场，优先规划与推动“集中屠宰、冷链配送、生鲜上市”的转型模式。短期内，强制推行“1110”制度（一日一清洗、一周一消毒、一月一休市、每日零存栏），加强对活禽来源的检疫证明核查与溯源管理，并利用“智慧菜场”等技术手段加强对消毒、卫生等环节的实时监控与执法。

4.2.2 农村市场“补短板、提能力”

针对农村市场，主要采取构建基础防护网络，提升内在韧性策略。重点补齐消毒设施、规范废弃物处理等基础短板。通过发放“防护物资包（防水手套、口罩）”、开展技能培训等低成本、易推广的干预措施，提升从业者防护能力。同时，建立以乡镇为

单位的巡查制度，确保基本管理制度得到落实。

4.2.3 “破悖论、引需求”，转变宣传教育范式，创造消费需求

改变单纯的知识灌输，通过展示冰鲜禽肉的安全性、便捷性与高品质，引导消费者主动选择更安全的消费模式。同时，将市场卫生等级、EEI 风险评估结果向社会公开，利用市场机制倒逼市场主办方和商户改善经营行为。

5 结论

综上所述，巴中市活禽市场禽流感防控是一项涉及环境治理、行为干预、市场监管和社会动员的系统工程。本研究通过科学评估，明确了“城市风险在于暴露，农村风险在于脆弱”的差异化格局，并识别出管理效能是核心驱动因素。未来的防控工作必须基于此科学证据，采取城乡有别、精准施策的策略，以期有效降低禽流感病毒在活禽市场的循环与人群暴露风险，保障公共卫生安全。

参考文献

- [1] WOAHA. (n.d.). High pathogenicity avian influenza (HPAI) situation report - 74. Retrieved July, 2024, from <https://www.woah.org/en/document/high-pathogenicity-avian-influenza-hpai-situation-report-74/>.
- [2] 朱闻斐, 杨磊, 王大燕. 人感染动物源性流感病毒病原学研究进展[J]. 中国热带医学, 2024, 24(01): 18-21. DOI: 10.13604/j.cnki.46-1064/r.2024.01.04.
- [3] 李灵之, 黄政, 裴瑞青, 等. 2021—2024 年湖南省长沙市活禽市场外环境 H9N2 亚型禽流感病毒遗传进化及分子特征分析[J/OL]. 疾病监测, 1-11[2025-10-15]. <https://link.cnki.net/urlid/11.2928.R.20250826.0936.004>.
- [4] Zhou J, Wu J, Zeng X, Huang G, Zou L, Song Y, Gopinath D, Zhang X, Kang M, Lin J, Cowling BJ, Lindsley WG, Ke C, Peiris JS, Yen HL. Isolation of H5N6, H7N9 and H9N2 avian influenza A viruses from air sampled at live poultry markets in China, 2014 and 2015. Euro Surveill. 2016 Sep 1; 21(35):30331. doi: 10.2807/1560-7917.ES.2016.21.35.30331. PMID: 27608369; PMCID: PMC5015459.
- [5] Fang LQ, Li XL, Liu K, Li YJ, Yao HW, Liang S, Yang Y, Feng ZJ, Gray GC, Cao WC. Mapping spread and risk of avian influenza A (H7N9) in China. Sci Rep. 2013 Sep 26; 3:2722. doi: 10.1038/srep02722. PMID: 24072008; PMCID: PMC3784030.
- [6] Bi Y, Yang J, Wang L, Ran L, Gao GF. Ecology and evolution of avian influenza viruses. Curr Biol. 2024 Aug 5; 34(15):R716-R721. doi: 10.1016/j.cub.2024.05.053. PMID: 39106825.
- [7] 温雅, 刘志坚, 宋泰霞, 等. 2017—2022 年成都市成华区农贸市场外环境禽流感监测结果分析[J]. 职业卫生与病伤, 2023, 38(04): 236-239. DOI: CNKI: SUN: ZYWB. 0. 2023-04-008.
- [8] [1] 农业部关于印发《国家禽流感防治指导意见(2018—2020 年)》的通知[J]. 中华人民共和国农业农村部公报, 2018, (03): 7-10. DOI: CNKI: SUN: GNZB. 0. 2018-03-002.

[9] Gilbert M, Golding N, Zhou H, Wint GR, Robinson TP, Tatem AJ, Lai S, Zhou S, Jiang H, Guo D, Huang Z, Messina JP, Xiao X, Linard C, Van Boeckel TP, Martin V, Bhatt S, Gething PW, Farrar JJ, Hay SI, Yu H. Predicting the risk of avian influenza A H7N9 infection in live-poultry markets across Asia. *Nat Commun*. 2014 Jun 17;5:4116. doi: 10.1038/ncomms5116. PMID: 24937647; PMCID: PMC4061699.

[10] [1]张章,敬琼,鄢碧蓉,等.2017—2023 年四川省阿坝州活禽场所禽流感病毒污染状况调查[J].预防医学情报杂志,2025,41(08):1103-1107+1116.DOI:10.19971/j.cnki.1006-4028.240433.

[11] Yuan J, Lau EH, Li K, Leung YH, Yang Z, Xie C, Liu Y, Liu Y, Ma X, Liu J, Li X, Chen K, Luo L, Di B, Cowling BJ, Tang X, Leung GM, Wang M, Peiris M. Effect of Live Poultry Market Closure on Avian Influenza A(H7N9) Virus Activity in Guangzhou, China, 2014. *Emerg Infect Dis*. 2015 Oct;21(10):1784-93. doi: 10.3201/eid2110.150623. PMID: 26402310; PMCID: PMC4593444.

[12]揭思琼.活禽市场禽流感风险分析及预防对策研究[J].农村经济与科技,2023,34(21):62-65.DOI:CNKI:SUN:NCJI.0.2023-21-017.

[13]邹淑梅,唐静,王大燕.甲型流感病毒血凝素蛋白受体研究进展[J].中国病毒病杂志,2024,14(05):488-494.DOI:10.16505/j.2095-0136.2024.0065.

[14]宋玉娇.禽流感 mRNA 疫苗研究进展[J].家禽科学,2025,47(08):35-38.DOI:CNKI:SUN:COOK.0.2025-08-007.

[15]刘照生,周洁楠,伏晓庆,等.云南地区 28 株 H9N2 亚型禽流感病毒血凝素基因的序列分析[J].病毒学报,2025,41(02):407-416.DOI:10.13242/j.cnki.bingduxuebao.004638.

[16]曾显营,田国彬,陈化兰.中国 H5/H7 亚型禽流感疫苗研制和应用进展[J].中国科学:生命科学,2023,53(12):1700-1712.

[17] 国家卫生健康委员会办公厅. 人感染动物流感防控技术指南（试行）[S/OL].

北京：国家卫生健康委员会，2011. [2025.10].<https://www.nhc.gov.cn/wjw/c100175/202108/6be26c6939184141bc5662baf8bc72f9.shtml>.