应用昆虫学报 *Chinese Journal of Applied Entomology* 2025, 62(5): 1149−1159. DOI: 10.7679/j.issn.2095−1353.2025.106

农林害虫管理的哲学观与方法论探讨*

戈 峰**

（山东省农业科学院植物保护研究所，山东省农业有害生物绿色防控重点实验室，济南 250100）

摘 要 全球粮食与生态安全长期面临害虫为害的严峻挑战，并威胁林业健康与生态系统稳定。农林害虫管理一直是保障农业和林业生产安全的重要措施。害虫管理不仅是一项技术实践，更是人与自然关系的哲学实践。本文从哲学观与方法论两个维度系统阐释了害虫管理的本质与演进逻辑。哲学观层面，通过存在论、认识论、价值论、伦理学与实践论确立治理目标与原则，并在历史演变中实现了从“消灭-控制-调控-生态服务”的哲学观深刻转型，提出重构人与昆虫之间的关系，确立以生态伦理与可持续发展为核心的多元价值框架。方法论层面，害虫管理经历了从经验防治、化学依赖到综合防治（Integrated pest management, IPM）与生态调控（Ecological-regulation of pest management, EPM）的演进，并在信息技术、人工智能、基因编辑等新兴工具及社会政策和公众参与的支撑下，逐步形成多维协同、动态适应的治理体系。本文强调哲学观与方法论的有机整合是构建绿色、高效、伦理可接受的害虫生态调控模式的关键，未来需在跨学科融合、社会治理需求与全球环境变化应对中持续深化，推动可持续农业发展中的害虫系统管理，以实现农业生产安全、生态系统稳定与社会共同福祉的统一。

关键词 害虫管理；哲学观；方法论；生态调控；可持续农业

Reflections on the philosophy and methodology of pest management in agriculture and forestry

GE Feng**

(Shandong Key Laboratory for Green Prevention and Control of Agricultural Pests, Institute of Plant Protection, Shandong Academy of Agricultural Sciences, Jinan 250100, China)

Abstract Global food resources and ecological security have long faced severe challenges from pest outbreaks. The management of such outbreaks is therefore crucial for both agriculture and forestry. Pest management is not only an applied science, but also a philosophical exercise with respect to the relationship between humans and nature. This article systematically expounds on the essence and evolution of the philosophy and methodology of pest management. Philosophically, governance objectives and principles are established through ontology, epistemology, axiology, ethics and practice. Over time, there has been a profound change in the philosophy of pest management from, "eradication-control-regulation-ecological services", to a paradigm of "harmony between man and nature". The later perspective attempts to reconstruct the relationship between humans and insects and establish a multi-value framework centered on ecological ethics and sustainable development. Methodologically, pest management has evolved from empirical control and reliance on chemical pesticides to integrated pest management (IPM) and ecological regulation (EPM). Supported by emerging tools such as information technology, artificial intelligence and gene editing, as well as social policies and public participation, a multi-dimensional, coordinated, and dynamically adaptive governance system has gradually emerged. This review emphasizes importance of the integration of philosophy and methodology to creating a green, efficient, and ethically acceptable, ecological-regulation of pest management model. Future efforts must continue to deepen this integration within the context of interdisciplinary collaboration, global environmental change, and social governance needs, in order to promote a pest management model that

*资助项目 Supported projects：国家重点研发计划（2023YFD1400800）；山东省顶尖人才“一事一议”项目（2023YSYY-006）；国家自然科学基金联合基金项目（U24A20412）

**第一作者和通讯作者 First author and corresponding author，E-mail：gef@ioz.ac.cn

收稿日期 Received：2025-08-11；接受日期 Accepted：2025-09-08

combines safe agricultural production with ecosystem stability and the shared well-being of society.

Key words pest management; philosophical perspective; methodology; ecological pest management; sustainable agriculture

全球粮食与生态安全正面临严峻挑战。害虫每年造成农作物减产 20%，并威胁林业健康与生态系统稳定。在气候变化、外来物种入侵与农业集约化的共同作用下，传统依赖化学农药和“消灭主义”的对抗思维已难以有效应对害虫发生的多样性与复杂性。然而，害虫并非单纯的“敌人”。它们既可能威胁农林生产安全，也在食物网循环与生态系统平衡中发挥重要作用。如何界定昆虫的“害”与“益”？防治的目标是彻底消灭、维持容忍阈值，还是发挥生态系统的自我调节功能？这些问题背后反映的正是害虫管理的哲学基础与方法论选择。现有研究多聚焦于具体技术路径，而缺乏对哲学假设、伦理边界和方法论逻辑的系统梳理与思考。这一缺口导致害虫管理在实践中常出现技术与目标错位、科学与伦理割裂的问题。

本文基于作者长期从事害虫管理理论研究与实践的思考，从哲学观与方法论两个方面系统探讨害虫管理的本质。在分析害虫管理哲学基础、方法论框架上，进一步讨论二者的整合关系，期望为现代害虫管理提供理论指引与实践路径，推动其走向科学理性、伦理责任与生态可持续的统一。

1 害虫管理的哲学观

1.1 六个哲学维度

哲学是关于世界观和方法论的学说，为科学研究提供了基础假设与方法论指导，并推动了科学不断突破既有认知（冯友兰, 1985）。在自然界中，昆虫皆依其生态规律而存在，唯有人类基于农林生产与环境需求的价值判断，才将其中部分物种在特定情境下界定为“害虫”（戈峰, 2008）。由此可见，农林害虫管理不仅是技术问题，更是一个兼具描述性（What is）、认识性（How we know）、规范性（What ought to be）与实践性（How to act）的复合性议题。若将“害虫”视为单纯的生物事实，防治便沦为纯粹的工程技术操作；若将其视为源于人类利益与环境情境的规范性分类，则防治必然涉及价值判断、伦理取舍与治理选择。因此，害虫管理的哲学反思需同时回应三类核心问题，即本体论（何为害虫）、认识论（如何认知与推断其风险）和规范论（应以何种价值与原则进行决策）。从这一意义上说，害虫管理实质上是一种关于人类文明与自然关系的哲学实践。下面拟从六个互补维度展开阐述，以建立从概念到方法的连贯分析框架。

1.1.1 存在论 “害虫”（Pest）并非单纯的生物学类别，而是由人类在特定生态与经济需求背景下建构的规范性概念：即在特定时空和管理目标中，被认定为对作物或森林造成不可接受损害的生物实体。从存在论角度看，防治的首要问题是确定“目标对象”——究竟是物种整体、种群密度、某一生活史阶段还是其功能表现（如取食、传播病原），不同的界定方式将直接影响监测预警指标、干预尺度与评估基线设定。人类农林生产活动与单一化种植格局往往放大了某些伴生物种的“害虫”地位。因此，现代害虫管理需要超越“有益/有害”的二元划分，承认昆虫与其他生物之间复杂的相互依存关系，并从系统性和生态性的角度重新理解“害虫”的本质。这就意味着方法设计必须考虑尺度依赖（即时间与空间）、情境差异（如作物类型和景观格局等）以及多重目标（如产量、生态服务和健康等），避免将“物种”与“害性”简单等同。

1.1.2 认识论 科学认知害虫的危害是防治的基础。认识论关注证据的类型、知识的可靠性及其适用范围，包括观测数据、实验结果、模型推断与归纳外推的合理性。从生态学视角看，只有当害虫种群超过一定密度阈值时才会对作物造成实质性危害（戈峰, 2008）。然而，线性化管理思维常常简化田间复杂的食物网关系，而实验室结果又与田间实际不尽相符，模型预测也难以消除田间发生的不确定性。这些局限源于农田系统

的复杂性、非线性反馈与时空异质性，使得单一证据外推容易产生偏差。阈值判断（如经济阈值）和模型预测（如逻辑斯蒂模型）不可避免地伴随测不准和尺度偏差。因此，害虫管理的有效认知必须依赖系统思维、多源证据整合（田间监测、实验、遥感与模型）、不确定性量化（如置信区间与贝叶斯更新），以及基于证据的自适应管理。唯有如此，才能在不确定条件下提供稳健的决策支撑，这正是害虫管理认识论的哲学基础。

1.1.3　伦理学　生态伦理学强调生态系统中的所有成员都具有其生态价值，害虫亦不例外。尽管其危害可能威胁农林生产，但在特定生态位中仍发挥着不可替代的功能。因此，害虫管理的伦理考量不仅涉及昆虫的权利与功能界定，还需遵循最小伤害原则和代际公平原则，并在不同利益相关者之间合理分担防治成本与技术风险。伦理学进一步要求在决策中纳入对生命价值的判断，以及生态服务与公共健康的隐性成本，并明确不同伦理立场（如人类中心主义、生态中心主义或多元价值取向）可能导向的差异化防治阈值与措施选择。为此，防治实践需要在价值假设透明化的基础上开展伦理影响评估，并通过补偿或生态补偿机制协调利益冲突，从而在保障农业生产的同时兼顾生物多样性与生态系统的长期稳定。

1.1.4　方法论　方法论在害虫管理中并非仅指一套技术手段，而是关于如何在不确定条件下组织观察、推理与干预的整体逻辑。它要求超越单一的“控制”思维，从农林景观和生态系统整体出发，基于精确的系统分析，结合因果识别、实验设计和治理流程，形成兼具科学性与规范性的管理路径。方法选择必须与存在论和认识论前提保持一致——即防治技术应服务于明确的目标和可靠的知识，而非自我目的化。在实践上，这意味着倡导跨尺度的系统方法（涵盖景观、群落和个体层级）、使用整合性指标、开展对照试验与长期监测，并通过预防性原则和“试点-扩展”路径减少意外副作用。最终，方法论应当体现出敬畏自然、克制干预与推动创新的统一，推动人与昆虫之间形成“美美与共”的和谐关系。

1.1.5　价值论　价值论为害虫管理提供了理解与权衡多元目标的框架。基于食物网的相生相克关系，害虫管理应接受一定程度的虫害，并以生态经济阈值作为调节标准，从而在生产与生态之间寻求协调，在短期效益与长期可持续之间保持平衡，在局部优化与整体稳定之间实现兼顾。这意味着害虫管理并非单一目标的最优化过程，而是多目标、多利益相关者之间的权衡：既要保障产量，又要维护生物多样性、生态韧性与公共健康。价值论进一步要求识别并整合不同类型的价值——工具性、内在性与关系性，并通过多指标、多准则决策分析、成本-效益与成本-效果分析，以及非市场价值评估方法，使这些权衡具有可操作性。由此，害虫管理的目标不再局限于单纯控制，而是向人与自然的共生转型。

1.1.6　实践论　害虫管理的实践论核心在于推动知识向行动的有效转化。基于“生态优先，数值赋能”的理念，害虫管理路径应当依托生态学原理，结合参与式协同治理与智能化精准防治，实现从综合管理向生态调控、从被动应对向主动预防的转型。

害虫管理哲学观的深层意义在于害虫管理不应仅被视为技术操作，而应理解为人类重新定位自身与自然关系的哲学实践。这一实践要求超越“人-害虫”的二元对立，建立新的生态依存理论，进一步突破人类中心的价值框架，形成更具包容性的生态伦理；针对农林害虫暴发，应提倡害虫生态“调节+控制”的调控理念，在应用生态学方法持续调节害虫种群数量的基础上，采用其它合理的手段将害虫种群数量迅速控制在生态经济阈值之下。另一方面，还应克服机械还原的认识局限，发展系统性的生态智慧。在具体操作层面，有效治理依赖于制度设计（如法规、激励、补偿）、基层能力建设与跨尺度协同，而非单一技术推广或规模化应用。同时，应重视公众参与知识共同生产，并借助决策支持系统和基于证据的政策反馈机制，形成动态闭环。最终，实践论指向一种平衡，既保障农林生产又维护生态系统完整，既发挥人类创造力又保持对自然的敬畏，既满足当下需求又不损害未来的可持续性。

1.2 哲学观的历史演变

人类对昆虫的认知及其管理方式，在不同历史阶段呈现出鲜明的哲学演进轨迹。在原始社会，人类在生态系统中处于弱势地位，更多采取回避和崇拜的态度。昆虫常在图腾文化和神话传说中被视为神灵的象征或自然意志的体现。随着农业文明的兴起，人类开始关注昆虫对作物产量的威胁。虫害被视为“天灾”，防治方式主要依靠祭祀、祈雨或恐吓驱逐（如火把、敲击锣鼓等）等仪式性行为，反映了早期的害虫防治观念。进入工业革命时期，随着科学兴起，昆虫分类学和生态学逐步发展，化学农药的发明与应用强化了“人定胜天”的逻辑，“人-虫”关系被塑造成对抗与主宰（张宗炳和曹骥, 1990）。自 20 世纪后半叶起，生态学与环境伦理学的兴起又引发了对化学防治副作用的反思，综合害虫管理（Integrated pest management, IPM）的提出和生态防控的推广，推动人虫关系从“对抗性”逐步转向“调控性”和“协同性”。这一历史过程展现了人类从被动适应自然、主动征服自然到反思干预并寻求与自然共处的哲学转向。其核心逻辑转换主要体现在以下三个方面。

1.2.1 从消灭哲学到容忍哲学 早期农业实践和政策普遍追求“害虫消灭”，试图彻底根除害虫种群。这种思路体现了典型的人类中心主义：将害虫视为威胁人类利益的敌人。然而，这一目标往往难以实现，并导致天敌受害、抗药性增强和次生害虫暴发等连锁反应，甚至引发“生态灾难”。随着对生物多样性和生态系统价值的认知加深，防治观念逐渐转向“容忍哲学”：只有当害虫种群超过经济阈值或防治指标时才实施干预（谢道同, 1987）。

1.2.2 从控制到调控 “控制”逻辑以将害虫数量压至接近零为目标，其哲学基础是自然界的“可征服性”。这种方式虽见效快，却忽视了生态系统的自组织能力，常带来抗药性和次生害虫再增猖獗等负效应。相比之下，“调控”逻辑认为害虫是生态系统的一部分，健康的生态网络能够自我调节害虫种群。实践上，这意味着采取功能植物配置、天敌保护和生境改造等生态手段，以“调节”、“重构”和“恢复”为核心，而非单纯“压制”或“消灭”。调控主义强调害虫种群维持在生态经济阈值范围内，兼顾作物安全与生态平衡，体现了系统思维和生态伦理的统一。需要指出的是，控制与调控并非完全对立，在重大暴发性灾害情境下，强力控制仍有必要。因此，成熟的哲学观应当是包容的：在短期必要时可借助控制，而长期目标则是通过调控实现共生与稳定（戈峰等, 2025）。这就是目前强调的农林害虫生态调控的哲学观。

1.2.3 从害虫管理到生态服务 害虫防治的哲学冲突集中于人类中心主义与生态中心主义的张力（周光迅和李家祥, 2018）。前者强调人类利益优先，常以技术手段迅速消灭害虫，忽视非目标物种与生态系统的完整性；后者则认为农林生态系统整体具有内在价值，害虫作为生态链的组成部分也应受到尊重。随着昆虫在传粉、生物控制、分解循环等方面的关键作用逐渐被认识，害虫管理的目标正在从单纯的防治转向发挥昆虫群落的生态服务功能（戈峰等，2014）。这一转变不仅避免了过度干预引发的物种丧失，还为农田景观的长期可持续性提供了新的治理逻辑。害虫管理的哲学观已从“消灭”到“容忍”，再到“调控”与“生态服务”，完成了由人类中心主义向生态中心主义的深刻演进。这一演进表明，害虫防治不仅是技术问题，更是人与自然关系的反映。未来的害虫管理哲学应突破单一目标框架，构建多元、包容和动态平衡的治理理念，在保障农业生产的同时，保持对自然的敬畏，并通过系统思维、伦理考量与实践智慧，实现“各美其美，美美与共”的生态农业图景。

1.3 哲学观对方法论的价值框架作用

从六个哲学维度的抽象思考到害虫管理哲学观的历史演进可以看出，哲学观不仅仅是理论反思，更是方法论生成的价值框架和方向指引。存在论与认识论的维度决定了我们如何定义“害虫”以及如何认识其发生发展规律，从而影响方法论的基本判断依据。另一方面，伦理学与价值论维度则为防治方法设定了边界条件和价值取舍，如容忍一定的虫害密度、尊重生物多样性，

避免技术主义的盲目性。此外，方法论与实践论维度则直接塑造了害虫治理的思维方式与实践路径，为后续管理技术提供逻辑支撑。同时，哲学观的历史演变揭示了方法论选择背后的理念转向：从“消灭主义”导向化学防治，到“调控主义”推动综合防治，再到“生态服务”理念引领生态调控与系统治理。可见，方法论并非孤立的技术集合，而是哲学观在实践层面的具体映射。哲学观提供了价值框架，回答“为什么要治理、治理到什么程度、治理应遵循哪些原则”；方法论则在这一框架下回答“如何治理”。二者相辅相成，前者决定目标与原则，后者落实路径与手段。因此，只有将害虫管理的方法论根植于哲学观之中，才能避免工具与技术至上的片面化，实现科学理性、伦理价值与生态可持续的有机统一。

2　害虫管理的方法论

方法论是人类认识与改造世界的基本路径。害虫管理的方法论不仅是哲学观在实践层面的延伸，更是一套科学化、系统化的策略体系。它涵盖多样化的技术手段、管理模式与社会机制，旨在以最小的经济、生态和健康风险控制害虫种群。在这一过程中，方法论既体现技术理性，也反映价值选择与生态伦理。面对复杂多变的农林生态系统，有效的害虫管理方法必须兼顾防治效率、生态安全与社会可持续性。

2.1　害虫管理方法的发展过程

2.1.1　传统方法：经验与对抗　早期害虫管理依赖经验性知识与直观手段，表现为“被动式应对”。常见方法包括物理防治（火烧、捕虫器、障碍物）、人工清除（捉虫、剪虫枝）、植物驱避（如艾蒿、薄荷）、农时调节（错开高发期）。这些方法生态风险低，对非目标生物友好，但效率有限、适用性差（张宗炳和曹骥, 1990）。从方法论视角看，其缺乏系统性与预测性，但所体现的“因地制宜”和“最小干预”理念，在现代可持续农业中仍具启示意义。

2.1.2　现代方法：化学与技术依赖　20 世纪中叶以来，化学农药和现代施药技术的兴起，使害虫管理进入“工业化”阶段。代表性手段包括广谱农药应用、机械化与精准施药、抗虫作物培育和害虫预测模型。其优势是见效快、效率高，但也带来“3S”问题（即害虫抗药性、次生害虫暴发和环境污染）（张宗炳和曹骥, 1990; Kogan, 1998）。方法论上，这种“对抗式”逻辑以外部干预为主，忽视生态系统的复杂反馈机制，因而逐渐暴露局限（戈峰等, 2025）。

2.1.3　综合害虫管理（IPM）：系统思维的体现　综合害虫管理（IPM）是 20 世纪 70 年代提出的一种具有方法论革新意义的战略体系，其核心理念是在经济、生态和社会效益之间寻求最优平衡，实现“害虫可接受程度内的长期可持续控制”（Ehler, 2006; Angon *et al*., 2023）。IPM 方法论包括：害虫监测，借助诱捕器、田间普查、预警系统等，实时了解害虫种群动态；阈值决策，在害虫数量超过经济阈值（Economic threshold, ET）后才启动干预；多种防治措施，优先采用非化学手段，如生物防治、农业措施、理化诱控，合理的化学防治；评估与反馈，对害虫管理效果进行持续评估，动态优化策略。IPM 体现出典型的系统思维方法论特征：强调因果链条的循环性、治理手段的多元化、管理决策的动态性（Kogan, 1998）。它反对“单一解决方案”的机械主义，主张“按生态逻辑解决生态问题”。

2.1.4　害虫生态调控（EPM）：人与自然的和谐共生　害虫生态调控（Ecological-regulation of pest management, EPM）是在 IPM 基础上进一步强调“预防为主，生态优先，精准施策”，强调调节与控制两个过程相辅相成，从农田景观生态系统中“作物-害虫-天敌及其周围环境”相互作用关系出发，充分考虑到昆虫的生物控害功能、传粉功能和分解功能，在充分发挥天敌的控害、作物的抗性以及创造不利于害虫而有利于天敌及作物生长的环境基础上，整合农业防治、生物防治、理化诱控、现代生物技术和低风险化学防治等手段，构建“经济、简便、有效”的生态技术体系（戈峰, 2020）。从方法论上来说，针对农林害虫易暴发成灾特点，需要从“调节+控制”

二个角度出发，应用生态学方法将害虫种群密度持续调节在低水平；当大发生时，需要协同使用多手段将害虫种群密度迅速控制在生态经济阈值之下。EPM 的哲学基础是从生态系统服务角度理解昆虫，不仅仅着眼于害虫的防治，而是从生态系统服务功能出发，综合考虑系统中其它昆虫的传粉功能、生物控害功能和分解功能，这些昆虫的服务价值可能远远超过了害虫的损失值，从而使整个农田生态系统获得最大的生态效益。不仅仅着眼于单一农田生态系统，而是扩展到区域性农田景观生态系统，充分考虑整个生态系统中害虫及其天敌的转移发生过程，从空间格局与时间全过程管理害虫及其天敌，提高害虫管理的整体性水平。不仅仅着眼于害虫防治效果，而是从人与自然和谐、生态命运共同体哲学观出发，基于“生态优先、绿色发展”的原则，优先考虑生态的、绿色的调控措施，尽可能少用化学农药（戈峰等, 2014, 2025）。

从图 1 中农田景观生态系统自然因素（作物抗性、自然天敌控害功能）作用发挥的程度、化学农药的使用程度、对农田景观中作物-害虫-天敌相互关系的掌握程度、现代生物技术（如基因编辑、RNAi 干涉、转基因作物、昆虫性信息素、生物农药）的应用程度四个维度，对原始防治、化学防治、综合防治和生态调控 4 种害虫管理方法进行区分，可以看出：原始防治“一高三低”主要通过自然因素的作用进行害虫管理（图 1）；化学防治也是“一高三低”但主要依赖化学农药的使用进行害虫管理（图 1）；综合防治“四个中等”是综合使用自然因素、化学农药、田间害虫天敌信息和生物技术进行害虫管理（图 1）；而害虫生态调控“三高一低”则充分发挥自然因素的作用，在掌握对作物-害虫-天敌相互关系的基础上，尽可能使用生物技术，而少用化学农药等进行害虫管理（图 1），将害虫持续调控在低平衡密度下（戈峰, 2020）。

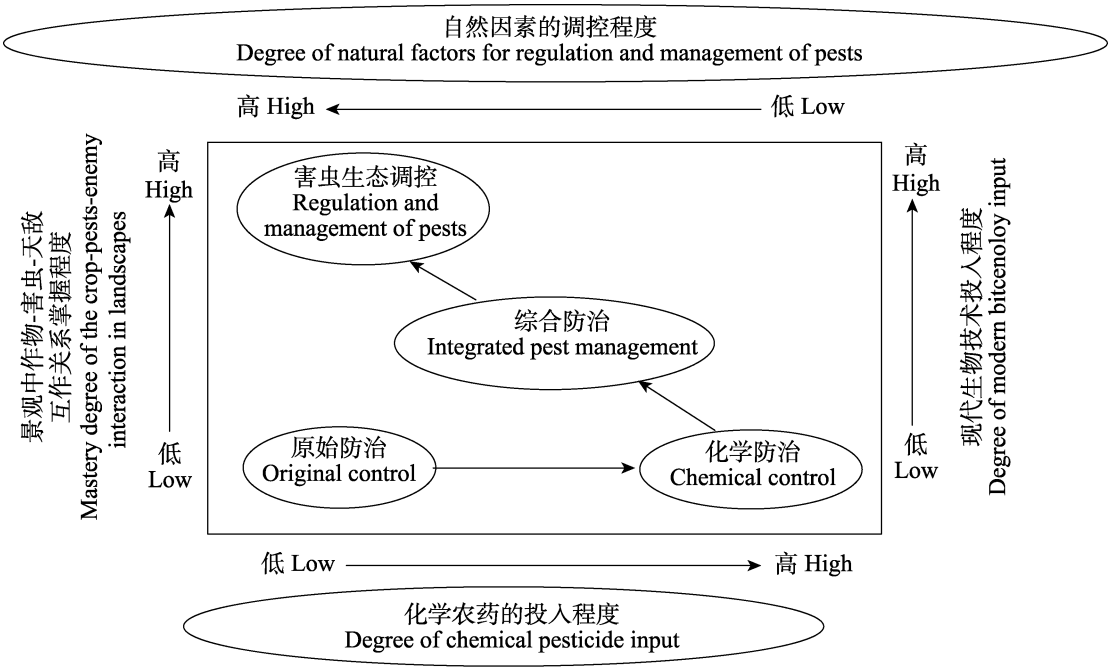

图 1　4 种害虫管理策略特征比较（戈峰, 2020）

Fig. 1　Comparison of characteristics among four management strategies (Ge, 2020)

进一步对害虫管理的哲学观与方法论的对应关系（表 1）分析表明，原始防治、化学防治、综合防治（IPM）、生态调控（EPM）4 种害虫管理方法在哲学的存在论、认识论、伦理学、方法论、价值论、实践论六个维度上均表现出不同，存在着一个逐渐的演化过程。如在

方法论上，从以物理/人工方式为主，化学依赖，到多策略整合，再到生态设计、景观重构；又如，在实践论上，由被动应对，到主动征服；再到动态调控、主动预防。这也是人类对害虫管理的哲学观与方法论同步发展的过程（表 1）。

表 1　害虫管理的哲学观与方法论对应关系

Table 1　Correspondence between philosophical perspectives and methodologies in pest management

哲学维度 Philosophical dimension	方法论 Methodologies			
	害虫原始防治 Original prevention and control of pests	害虫化学防治 Chemical control of pests	害虫综合防治（IPM） Integrated pest management	害虫生态调控（EPM） Ecological-regulation of pest management,
存在论	害虫被视为“天灾”或自然之力，人类回避或祈祷	害虫被定义为“敌人”，目标是物种消灭	害虫被界定为在阈值以上才有害，强调“容忍”	害虫既有“害”也有“益”，纳入生态服务整体
认识论	基于直观经验和感性认识	依赖实验室和化学效果，强调单因果	建立经济阈值、监测与模型，强调多源证据	融合生态网络和系统思维，不确定性管理
伦理学	崇拜或敬畏自然，伦理考量模糊	人类中心主义，忽视生态与非目标生物	开始兼顾生产与生态，强调最小伤害	强调生态伦理、代际公平和多元价值
方法论	以物理/人工方式为主，缺乏系统性	技术至上，化学依赖，快速见效	多策略整合：农业、生物、化学	生态设计、景观重构，预防为主、少用化学
价值论	维持生存，确保基本粮食	追求最大产量，忽视环境代价	产量与生态平衡兼顾	追求生态服务、系统稳定和可持续
实践论	被动应对，祈祷、人工捕捉	主动征服，自上而下治理	动态调控，监测-反馈-优化	主动预防，智能化、协同治理，生态共生

2.2　新兴技术的支撑

2.2.1　决策支持与人工智能　遥感、物联网、大数据与人工智能推动了害虫管理的智能化与精准化（孙忠富等, 2013; 赵春江, 2021）。应用包括：害虫空间分布建模，基于无人机图像、遥感数据等，对虫害进行空间精准定位；虫情预测算法，结合历史数据与气候模型，预测虫害暴发概率；智能决策支持系统，为管理者提供基于经济阈值的干预建议；智能施药机器人，自动识别病虫区域，定点微量施药，减少农药使用。这些技术突破了传统方法在信息获取和干预精准度方面的瓶颈，推动害虫管理向“高分辨率、高实时性、低副作用”方向发展。基于 AI 与 IPM 理念深度融合，实现“生态导向的数据智能”。

2.2.2　现代生物技术　基因编辑技术为农林害虫的精准与可持续控制开辟了新路径（Sun *et al*., 2017）。基于该技术，人们已开发出多种创新策略，包括基因驱动、不育昆虫技术以及抗药性机制解析等（Taning *et al*., 2017）。例如，CRISPR/Cas 系统可通过 RNA 靶向编辑，结合性别决定因子（如 *dsx* 基因）及发育相关因子，实现害虫性别与发育过程的精准调控，为害虫遗传转化与关键基因功能研究提供了强有力的工具（程英等, 2020）。与此同时，RNA 干扰（RNAi）技术可通过靶向害虫关键基因并抑制其表达，实现高效、特异的防治效果（Burand and Hunter, 2013; Scott *et al*., 2013）。凭借有效性和多样化的潜在靶标，RNAi 被认为是新一代极具应用前景的害虫防控技术（田宏刚和张文庆, 2012）。此外，纳米技术凭借高特异性、低毒性和环境友好等优势，为替代传统化学农药提供了新思路（Rai and Ingle, 2012）。以纳米材料作为载体，可高效递送外源杀虫因子，从而实现提升毒力、拓宽杀虫谱、减少用量、延长持效期并降低环境污染等效果（乔恒等, 2025）。

2.3 方法论的核心原则

（1）生态经济阈值原则：害虫防治需兼顾经济效益与生态代价，仅当害虫密度达到或超过生态经济损害水平时才启动防治，以减少化学农药的使用次数与用量，实现风险最小化（门兴元等，2020）。

（2）生态平衡原则：农田生态系统依赖于物种间的相互制约与动态平衡。适度保留害虫种群不仅避免生态系统过度干扰，还为天敌（如瓢虫、寄生蜂等）提供食物来源，从而维持天敌种群稳定并增强生态自我调节功能。

（3）协同作用原则：害虫治理应基于农田景观食物网的整体互动，整合生态调控、生物防治、理化诱控、现代生物技术及低毒低残留化学农药等多元手段，构建“经济、简便、有效”的生态工程体系，以服务于农田系统整体功能。

（4）动态调整原则：防治策略应根据气候变化、作物生育期、害虫与天敌种群动态等条件进行实时优化，做到“因地制宜、因虫而异”，实现灵活、适应性强的治理体系。

2.4 社会与政策支撑

害虫防治不仅是技术问题，更是社会治理问题，其可持续性依赖社会参与和政策保障。农民培训与技术推广有助于提升基层防治意识与能力；政策法规可通过农药使用标准、天敌保护措施和生态补贴政策，推动绿色防控落地。公众参与环境教育则营造了全社会关注生态安全的氛围。同时，生态农产品生产为害虫管理提供了价值转化平台：一方面减少了化学农药使用，体现生态价值；另一方面以标准化生产与市场认可以反哺绿色防控实践。由此，社会与政策支撑不仅是害虫防治方法论的“软实力”，更是实现生态可持续治理的重要保障。

2.5 方法论反思：效率、风险与适应性

害虫管理方法的优劣不仅取决于技术效果，还涉及风险-收益权衡与适应性调控。从方法论角度看，评估需聚焦三个核心维度：（1）效率（Efficiency）：能否以最短时间、最低成本实现防治目标，这是生产者最为关注的指标；（2）风险（Risk）：方法是否可能引发次生害虫暴发、抗药性进化或天敌种群受损等负面后果，因而必须进行系统性风险评估；（3）适应性（Adaptability）：在全球气候变化、景观格局调整和外来入侵害虫等不确定条件下，方法能否实现动态调整。

因此，最优的害虫管理方法论并非静态的“一次性方案”，而是一个具备弹性、反馈与再学习能力的动态策略组合。当前，害虫管理已从传统的经验性防治发展为融合生态系统、技术系统与认知系统的综合框架，方法论的演进映射出人类对自然界理解方式的深刻转变。未来的害虫治理将更加注重集成性、适应性与生态协调性，在技术与社会、科学与伦理、自然与人为之间建立起动态平衡，实现可持续的和谐共生。

3 哲学观与方法论的整合

害虫管理作为一门涉及农林生态系统、社会经济和伦理价值的复杂学科，其有效性不仅依赖先进的防治方法论，更根植于深厚的管理哲学基础。前面已经分别阐述了害虫管理的哲学观及方法论，但在实践中二者往往存在割裂。如何实现害虫哲学理念与方法体系的有机整合，构建科学、合理且具持续生命力的害虫治理模式，是现代害虫管理必须面对的核心课题。

3.1 哲学对方法论的指引

哲学观为害虫管理确立目标与原则，并为方法论提供价值坐标。科学害虫防治方法论则在此基础上细化操作路径与技术手段。哲学观界定了害虫治理的“目的地”：是消灭、调控还是生态服务？这一选择决定了管理的尺度、强度和伦理边界。消灭主义导向，往往诉诸高强度的技术控制；调控主义强调生态经济阈值和生态平衡，引导综合方法的应用；生态服务功能主义则推动生态设计和生态工程为核心的长期治理。唯有在明确哲学目标的前提下，方法论才能避免“手段取代理念”的偏误。

3.2　方法论对哲学的反馈与修正

方法论不仅是哲学观的实践载体，也是其检验和修正机制。IPM 方法论的实施揭示了单一消灭逻辑的生态风险，推动哲学观从“绝对消灭”转向“动态调控”。新兴技术（如转基因作物、RNA 干扰）的应用亦引发伦理辩论，促使害虫管理的哲学框架更加多元与精细化。这种反馈回路使哲学观不断演化，更贴近生态复杂性与社会期望。

3.3　构建哲学-方法论的互动机制

要实现持续优化，必须建立哲学与方法论的双向互动机制。通过跨学科整合（昆虫学、生态学、农业科学、伦理学、社会学），开展理念与方法的协同研究；将价值判断与风险评估、经济效益共同嵌入决策支持系统，确保治理兼具科学性与伦理性；同时提升公众对害虫管理哲学观的认知，形成价值共识，从而增强方法论实施的社会基础。

3.4　“科学-伦理-生态”三维一体的治理模式

害虫管理的终极目标是构建“科学-伦理-生态”三维一体的治理体系：科学理性保障有效性与适应性，伦理价值确保合理性与社会接受度，生态可持续维护长远安全与系统稳定。三维整合体现了害虫管理的整体性与系统性，避免陷入技术主义或单一价值导向。只有将科学与伦理深度融合，促进理念与方法的良性互动，才能实现农业安全、生态平衡与人类福祉的统一。

从表 2 中的哲学观与方法论之间的互动关系可以看出，哲学的存在论、认识论、伦理学、方法论、价值论、实践论六个维度对原始防治、化学防治、综合防治（IPM）、生态调控（EPM）4 种害虫管理方法进行引导反馈与修正；同时，原始防治、化学防治、综合防治（IPM）、生态调控（EPM）4 种害虫管理方法又对哲学的存在论、认识论、伦理学、方法论、价值论、实践论六个维度进行反馈与修正。哲学观与方法论之间存在着互动关系（表 2）。

表 2　害虫管理的哲学观与方法论之间的互动关系

Table 2　The interaction between philosophical perspectives and methodology of pest management

哲学维度 Philosophical dimension	对方法论的引导 Guidance on methodology	方法论对哲学观的反馈与修正 The feedback and correction of philosophical perspectives by methodology
存在论	界定“何为害虫”，决定治理对象和尺度（物种、种群、阈值）	方法论实践揭示害虫“有害/有益”的情境性，推动从“消灭”向“容忍与调控”转变
认识论	提供科学认知依据，强调监测、阈值与证据整合	实践表明单一证据不足，推动发展多源证据整合和不确定性管理
伦理学	设定防治边界，强调最小伤害、代际公平和生物多样性	化学防治引发伦理反思，促使方法论更重视生态友好与社会可接受性
方法论	提供系统思维和逻辑框架，指导干预路径设计	实践检验理论可行性，暴露方法论局限，推动跨学科和系统创新
价值论	平衡产量、生态、公共健康等多元目标	IPM 和 EPM 实践表明多目标权衡可行，反过来强化了多元价值取向
实践论	推动知识向行动转化，强调参与式治理和动态适应	实践反馈揭示制度、公众参与的重要性，反过来丰富了哲学的社会维度

4　展望

随着全球现代生态农业进程加快，害虫管理面临新的机遇与挑战，未来害虫管理的哲学观与方法论的发展趋势主要体现在以下四个方面：

4.1　哲学理念的持续深化与多元化

未来害虫管理的哲学观将更加注重农林生态系统整体性与“人类命运共同体-生态命运共

同体”理念，倡导人类与自然的和谐共生；强调生态“调节+控制”并重。哲学中生态伦理维度将不断拓展，涵盖气候变化、生物多样性保护代际公平等议题，从而为害虫科学治理提供更为丰富的价值框架。

4.2 方法论的技术创新与融合发展

新兴技术（如人工智能、物联网、基因编辑、RNA 干扰与纳米技术）将深刻重塑害虫监测、预警与防控模式，实现高分辨率、精准化和智能化的管理，更精准地调控农林害虫。与此同时，生态工程、生物防治与低风险化学防治的有机整合将更加成熟，推动生态防控从田间尺度拓展到区域与全球尺度。

4.3 跨学科协同与政策支持机制的完善

未来害虫管理应进一步加强昆虫学、生态学、农业科学、社会科学与伦理学的跨学科合作，推动科学决策与生态保护双向支撑。与之相应，政策与治理体系也将更加健全，如生态补偿机制、生态风险防控体系与公众参与机制等制度化，从而形成多元主体共治的治理格局。

4.4 应对全球环境变化的适应性管理

气候变化与全球化带来的新型环境压力将深刻改变害虫的发生格局、防控效果及食物网关系。未来的害虫管理必须强化适应性与韧性，推动气候智能型农业的发展，促进跨区域协同防控与动态风险管理，实现生态安全与农业生产的协调平衡。

5 结语

农林害虫管理既是一项技术实践，更是一种哲学实践。本文从哲学观与方法论两个维度系统阐释了害虫管理的本质：哲学观通过存在论、认识论、伦理学、价值论和实践论为害虫治理确立目标与原则，并在历史演进中完成了从“消灭主义”到“调控主义”再到“生态服务”的深刻转变；方法论则在这一价值框架下不断演进，从经验性对抗到化学依赖，再到综合防治与生态调控，并在新兴技术、社会政策和公众参与的支撑下不断拓展。

哲学观与方法论的有机整合，确保害虫管理不局限于单纯的技术操作，而是体现科学理性、伦理责任与生态可持续的统一。未来，害虫管理需要在跨学科融合、全球环境变化和社会治理需求中持续深化这一整合路径，推动形成兼顾农业生产安全、生态系统稳定与社会共同福祉的高质量治理模式。

害虫管理不仅是农业生产的技术问题，更是人与自然关系的哲学实践。本文从哲学观与方法论两个维度系统梳理了害虫管理的演进逻辑与未来方向。哲学观层面，论述了从“消灭-控制-调控-生态服务”的历史演变，提出重构人与昆虫的关系，确立以生态伦理和可持续发展为核心的多元价值框架。方法论层面，回顾了从经验防治、化学防治、综合防治（IPM）到生态调控（EPM）的发展，结合信息技术、人工智能、基因编辑等新兴工具，强调景观重构、生态防控、生物防治与社会政策协同构成多维体系。文章进一步提出，哲学观与方法论必须有机整合，构建“科学-伦理-生态”三维一体的治理框架，推动害虫管理由单一防治走向系统性、协同性与可持续性。该研究为建立绿色、高效、伦理可接受的害虫生态调控模式提供了理论创新与实践路径。

参考文献 (References)

Angon PB, Mondal S, Jahan I, Datto M, Antu UB, Ayshi FJ, Islam MS, 2023. Integrated pest management (IPM) in agriculture and its role in maintaining ecological balance and biodiversity. *Advances in Agriculture*, 2023(1): 5546373.

Burand JP, Hunter WB, 2013. RNAi: Future in insect management. *Journal of Invertebrate Pathology*, 112: S68–S74.

Cheng Y, Jin MH, Xiao YT, 2020. Research progress in genome editing of Lepidoptera insects. *Biotechnology Bulletin*, 36(3): 18–28. [程英, 靳明辉, 萧玉涛, 2020. 鳞翅目昆虫基因编辑技术研究进展. 生物技术通报, 36(3): 18–28.]

Ehler LE, 2006. Integrated pest management (IPM): Definition, historical development and implementation, and the other IPM. *Pest Management Science*, 62(9): 787–789.

Feng YL, 1985. A Short History of Chinese Philosophy. Beijing: Peking University Press. 1–20. [冯友兰, 1985. 中国哲学简史.

北京: 北京大学出版社. 1–20.]

Ge F, 2008. Principles and Methods of Insect Ecology. Beijing: Higher Education Press. 201–223. [戈峰, 2008. 昆虫生态学原理与方法. 北京: 高等教育出版社. 201–223.]

Ge F, 2020. The ecological regulation and management of pests. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 57(1): 10–19. [戈峰, 2020. 论害虫生态调控策略与技术. 应用昆虫学报, 57(1): 10–19.]

Ge F, Men XY, Li Z, Ju Q, Zhang XR, Liang XY, 2025. Main achievements and prospects in the ecological regulation and management of pests in China. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 62(3): 549–558. [戈峰, 门兴元, 李卓, 鞠倩, 张兴瑞, 梁潇以, 2025. 中国害虫生态防控的成就、技术突破与未来展望. 应用昆虫学报, 62(3): 549–558.]

Ge F, Ouyang F, Zhao ZH, 2014. Ecological management of insects based on ecological services at a landscape scale. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 51(3): 597–605. [戈峰, 欧阳芳, 赵紫华, 2014. 基于服务功能的昆虫生态调控理论. 应用昆虫学报, 51(3): 597–605.]

Kogan M, 1998. Integrated pest management: Historical perspectives and contemporary developments. *Annual Review of Entomology*, 43: 243–270.

Men XY, Li LL, Ouyang F, Zhang QQ, Lu ZB, Li C, Ge F, 2020. Ecological and economic threshold (EET) and its estimation method. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 57(1): 214–217. [门兴元, 李丽莉, 欧阳芳, 张晴晴, 卢增斌, 李超, 戈峰, 2020. 害虫防治的生态经济阈值及其估算方法. 应用昆虫学报, 57(1): 214–217.]

Qiao H, Shen J, Yan S, 2025. Application and prospects of new methods and technologies in entomological research. *Acta Entomologica Sinica*, 68(6): 697–708. [乔恒, 沈杰, 闫硕, 2025. 新方法和新技术在昆虫学研究领域的应用与展望. 昆虫学报, 68(6): 697–708.]

Rai M, Ingle A, 2012. Role of nanotechnology in agriculture with special reference to management of insect pests. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 94(2): 287–293.

Scott JG, Michel K, Bartholomay LC, Siegfried BD, Hunter WB, Smagghe G, Zhu KY, Douglas AE, 2013. Towards the elements of successful insect RNAi. *Journal of Insect Physiology*, 59(12): 1212–1221.

Sun D, Guo ZJ, Liu Y, Zhang YJ, 2017. Progress and prospects of CRISPR/Cas systems in insects and other arthropods. *Frontiers in Physiology*, 8: 608.

Sun ZF, Du KM, Zheng FX, Yin SY, 2013. Perspectives of research and application of big data on smart agriculture. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 15(6): 63–71. [孙忠富, 杜克明, 郑飞翔, 尹首一, 2013. 大数据在智慧农业中研究与应用展望. 中国农业科技导报, 15(6): 63–71.]

Taning CNT, Van Eynde B, Yu N, Ma SY, Smagghe G, 2017. CRISPR/Cas9 in insects: Applications, best practices and biosafety concerns. *Journal of Insect Physiology*, 98: 245–257.

Tian HG, Zhang WQ, 2012. Advances and prospects of RNAi technology in entomology. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 49(2): 309–316. [田宏刚, 张文庆, 2012. RNAi 技术在昆虫学中的研究进展及展望. 应用昆虫学报, 49(2): 309–316.]

Xie DT, 1987. A discussion on the tolerant philosophy in integrated pest management. *Journal of Guangxi Academy of Sciences*, 3(2): 13–19. [谢道同, 1987. 论害虫综合治理(IPM)中的容忍哲学. 广西科学院学报, 3(2): 13–19.]

Zhang ZB, Cao J, 1990. Pest Control: Strategies and Methods. Beijing: Science Press. 5–26. [张宗炳, 曹骥, 1990. 害虫防治: 策略与方法. 北京: 科学出版社. 5–26.]

Zhao CJ, 2021. Current situations and prospects of smart agriculture. *Journal of South China Agricultural University*, 42(6): 1–7. [赵春江, 2021. 智慧农业的发展现状与未来展望. 华南农业大学学报, 42(6): 1–7.]

Zhou GX, Li JX, 2018. Value orientation and contemporary significance of Xi Jinping's ecological civilization thought. *Studies in Dialectics of Nature*, 34(9): 122–127. [周光迅, 李家祥, 2018. 习近平生态文明思想的价值引领与当代意义. 自然辩证法研究, 34(9): 122–127.]