

## 关于设立农业环境损害学的思考

王伟, 熊明民

### 引用本文:

王伟, 熊明民. 关于设立农业环境损害学的思考[J]. 农业环境科学学报, 2023, 42(12): 2635-2643.

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.11654/jaes.2023-0597>

## 您可能感兴趣的其他文章

### Articles you may be interested in

#### 中国硝酸盐脆弱区划分与面源污染阻控

马林, 卢洁, 赵浩, 柏兆海, 胡春胜

农业环境科学学报. 2018, 37(11): 2387-2391 <https://doi.org/10.11654/jaes.2018-1369>

#### “产业治污”模式削减丘陵区农业面源氮排放

刘广龙, 李涛, 薛利红, 樊丹, 戴志刚, 甘晓东, 张凯, 周宇翔, 胡荣桂

农业环境科学学报. 2021, 40(9): 1963-1970 <https://doi.org/10.11654/jaes.2021-0369>

#### 动态核事故农业后果评估模型开发及应用研究

崔慧玲, 黄莎, 吕明华, 赵多新, 张俊芳, 李云鹏

农业环境科学学报. 2021, 40(4): 723-735 <https://doi.org/10.11654/jaes.2020-1314>

#### "农业面源和重金属污染农田综合防治与修复技术研发"专项组织实施进展分析

徐长春, 熊炜, 郑戈, 林友华

农业环境科学学报. 2017, 36(7): 1242-1246 <https://doi.org/10.11654/jaes.2017-0337>

#### 《农业环境科学学报》2020年刊出论文简评

蔡祖聪

农业环境科学学报. 2021, 40(2): 237-241 <https://doi.org/10.11654/jaes.2021-0155>



关注微信公众号, 获得更多资讯信息

王伟, 熊明民. 关于设立农业环境损害学的思考[J]. 农业环境科学学报, 2023, 42(12): 2635-2643.

WANG W, XIONG M M. Thoughts on the establishment of agricultural environmental damage science [J]. *Journal of Agro-Environment Science*, 2023, 42(12): 2635-2643.



开放科学 OSID

# 关于设立农业环境损害学的思考

王伟<sup>1,2</sup>, 熊明民<sup>1,2</sup>

(1. 农业农村部环境保护科研监测所, 天津 300191; 2. 农业生态环境及农产品质量安全司法鉴定中心, 天津 300191)

**摘要:** 农业环境损害学源于农业污染事故调查处理与突发事件应急, 萌芽于损害鉴定评估。本文系统阐释了学科背景、学科需求、学科定位、学科特色与学科体系等内容。研究认为, 农业环境损害学是一门研究人类生态环境行为与农业受体损害发生发展规律, 调节人与自然关系, 协调社会经济发展、环境健康与农业绿色发展, 规范人类生态环境行为的新兴综合交叉学科, 是以农业受体损害为对象, 研究受体损害的预测预防、诊断识别、基线确定、损害确认、因果关系及原因力、损失评估、损害救治等的科学活动。

**关键词:** 农业环境损害; 环境法医; 鉴定评估; 农业环境损害学

中图分类号: X71 文献标志码: A 文章编号: 1672-2043(2023)12-2635-09 doi:10.11654/jaes.2023-0597

## Thoughts on the establishment of agricultural environmental damage science

WANG Wei<sup>1,2</sup>, XIONG Mingmin<sup>1,2</sup>

(1. Agro-Environmental Protection Institute, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Tianjin 300191, China; 2. Forensic Center of Agro-Ecological Environment and Agro-Product Quality Safety, Tianjin 300191, China)

**Abstract:** The science of agricultural environmental damage originated from the investigation and treatment of agricultural pollution accidents and emergency response, and sprouted from damage identification and evaluation. This paper systematically explains the subject background, subject demand, subject orientation, subject characteristics and subject system. The research shows that agricultural environmental damage is a new comprehensive interdisciplinary discipline which studies the occurrence and development law of human ecological environment behavior and agricultural receptor damage, regulates the relationship between human and nature, coordinates social and economic development, environmental health and agricultural green development, and standardizing human ecological environment behavior. It is a scientific activity to study the prediction and prevention of agricultural receptor damage, diagnosis and recognition, baseline determination, damage confirmation, causation and causation, loss assessment, damage treatment, etc.

**Keywords:** agricultural environmental damage; environmental forensics; appraisal; science of agricultural environmental damage

## 1 学科背景

### 1.1 国外进展

农业环境损害源于污染事故和突发环境事件, 相关研究也是围绕污染调查、损害溯源而出现的。20世纪70年代, 在美国, 有毒、有害化学品等危险废物

污染问题引起广泛关注, 并由此引发了一系列严重危害当地自然生态环境和公众健康安全的环境事件, 如拉芙运河事件, 对历史污染责任进行追究的呼声越来越高。1980年, 美国国会通过了《环境应对、赔偿和责任综合法》(Comprehensive Environmental Response, Compensation, and Liability Act), 为落实法律规定, 美

收稿日期: 2023-07-26 录用日期: 2023-10-30

作者简介: 王伟(1981—), 男, 陕西合阳人, 研究员, 从事农业环境损害鉴定研究。

基金项目: 中国农业科学院创新工程项目

Project supported: The Science and Technology Innovation Project of Chinese Academy of Agricultural Sciences

国建立了专门的自然资源损害评估研究机构和工作组织体系,内政部(DOI)、商务部(DOC)及其国家海洋与大气管理局(NOAA)等均可依授权组织开展自然资源损害评估(NRDA),DOI自然资源损害修复与损害评估办公室(ORDA)组织具体鉴定评估工作。2005年,美国国会授权国家科学院就法庭科学进行研究,在国家科学院创设了独立的法庭科学委员会,组织共同体开展法庭科学方法和技术研究,其中包括农业环境损害科学证据形成、获取、采信等<sup>[1]</sup>科学技术研究。在环境剂量暴露、农业损害症状、自然资源评估、农业价值评估等研究基础上,美国颁布了系列鉴定评估技术规范。其中,《超级基金场地土壤背景和化学浓度比较指南》(*Guidance for Comparing Background and Chemical Concentrations in Soil for CERCLA Sites*, 2002)<sup>[2]</sup>适用于损害基线的选择,涉及背景样本收集判断、对照区域选择、数据统计分析、背景数据与污染数据差异性比较。规定了对照区域选择的相关要求,如对照区域应与鉴定区域具有相同的物理、化学、地质和生物特征;应具有与鉴定区域从未受到影响时预期的相同相关化学品浓度分布。《生态风险评估导则》(*Guidelines for Ecological Risk Assessment*)<sup>[3]</sup>提出了风险评价和损害评价的技术要点:(1)制订计划,根据评价内容性质、生态现状和环境要求提出评价目标和评价重点;(2)风险识别,判断分析可能存在的危害及其范围;(3)暴露评价和生态影响表征,分析影响因素特征以及对生态环境各要素的影响程度和范围;(4)结果表征,得出评价结论。导则规范了土地、农作物、渔业生物、湿地等自然资源损害识别鉴定的技术方法,涉及现场勘查、模型模拟、实验分析等技术;涵盖污染物运移扩散模拟、敏感受体暴露途径和毒性分析、物理损害结果量化、污染修复与生态恢复方案设计、资源环境损害经济评估等内容。

欧盟相关成果体现在《关于预防和补救环境损害的环境责任指令》(*Environmental Liability with Regard to the Prevention and Remedying of Environmental Damage*, 以下简称《指令》)<sup>[4]</sup>。《指令》对损害评估作出具体界定,包括恢复成本,期间损失,评估损害成本,行政、法律和执行成本,收据收集和监测成本,环境监管成本等,将环境损害概括为生物多样性损害和场地污染损害,对适用范围、例外规定、责任构成和承担、补救行动的采取、费用的分担等进行了详细的规定。《指令》推荐在评估环境损害和选择适合修复项目时,采用资源等值法(REM),包括初始评估、损害量化、量

化增益、补充和补偿性修复措施、监测和报告等五个阶段。针对《指令》,学者们开展了资源等值分析技术在环境损害评估中的应用研究,推出了等值分析工具包(Toolkit),提供了应用资源等值的基本步骤、数据来源以及做出重要分析决策的基本准则。

21世纪以来,基于金属稳定同位素的技术发展,包括金属损害的源解析、量化和来源区分,为环境取证开辟了新的视角<sup>[5-7]</sup>。2002年,国际环境法医学会(International Society of Environmental Forensics, ISEF)在美国马萨诸塞州成立。ISEF是应环境污染损害赔偿追责需要而设立,由各国相关领域专家组成的组织,是就环境损害及污染鉴定技术分析评估模式、法律适用等问题开展研讨交流的学术平台。ISEF主要从判定环境污染物的污染源、分布、去向及运移过程,采用化学分析、生物毒理鉴定、经济模型评估等方法对污染物进行定性或定量判别,并以化学特性、生物影响、责任承担及法律支撑来描述污染。主要课程有分析化学、地质学、大气化学、环境动力学评估、环境运移评估、整体案例研究及法律适用等。

## 1.2 国内进展

20世纪80年代以来,我国农业环境污染事故、环境损害事件突发事件频发,给农业生产、生态环境带来严重损害,相关研究及从业机构应时而生。学者们发表了大量高水平学术论文、专业著作<sup>[8-15]</sup>、技术专利,相关部门制定了系列政策法规、发布了白皮书<sup>[16]</sup>和典型案例<sup>[17]</sup>。标准作为标志性研究成果,比较典型的有:《生态环境损害鉴定评估技术指南 总纲和关键环节 第1部分:总纲》(GB/T 39791.1)<sup>[18]</sup>、《森林生态系统服务功能评估规范》(GB/T 38582)<sup>[19]</sup>、《湿地生态系统服务功能评估规范》(LY/T 2899)<sup>[20]</sup>、《海洋生态资本评估技术导则》(GB/T 28058)<sup>[21]</sup>、《荒漠生态系统服务评估规范》(LY/T 2006)<sup>[22]</sup>等。在农业领域,主要有:《渔业污染事故经济损失计算方法》(GB/T 21678)<sup>[23]</sup>,针对渔业水域受外源污染导致天然渔业资源、渔业养殖生物和渔业生产受损害造成的经济损失评估,规定了经济损失计算方法;《农业环境污染损害鉴定技术导则》(NY/T 3025)<sup>[24]</sup>,针对农业环境污染事故或突发事件引起的因果关系鉴定和损失评估,规定了鉴定原则、程序、资料收集、现场调查及损失评估方法;《农业环境污染损害鉴定调查技术规范》(NY/T 3665)<sup>[25]</sup>,针对环境污染、生态破坏引起的农业生物、农业环境要素及生态系统损害,规定了调查原则、调查范围和调查方法、调查程序、排除性调查及环境损害调查等技术内容;《农业

环境污染事故司法鉴定经济损失估算实施规范》(SF/Z JD0601001)<sup>[26]</sup>,规定了农业环境污染事故引起的农业生物、农业环境及其他财产损失的估算范围、估算程序、估算方法、误差分析与控制;《农业环境污染损害司法鉴定操作技术规范》(SF/Z JD0606001)<sup>[27]</sup>,规定了农业环境污染损害司法鉴定的原则、程序、内容及技术要求;《农作物污染司法鉴定调查技术规范》(SF/Z JD0606002)<sup>[28]</sup>,规定了农作物污染司法鉴定的调查原则、程序、方法、内容及技术要求。《农用地土壤环境损害鉴定评估技术规范》(NY/T 4155)<sup>[29]</sup>,规定了农用地土壤环境损害鉴定方法、损害调查、破坏程度判定、污染因果关系判定、损失评估等技术要求。

2005年,司法部批准农业农村部环境保护科研监测所设立“农业生态环境及农产品质量安全司法鉴定中心”,专门从事农业环境损害司法鉴定研究与实践。2009年,原环境保护部环境规划院成立了环境风险损害鉴定评估研究中心,承担国家和地区生态环境风险评估与管理、政策和规划研究;生态环境损害赔偿制度设计、政策研究、能力建设等技术支持;生态环境损害鉴定评估与损害赔偿标准技术支持;开展生态环境损害鉴定评估与生态恢复等基础理论方法和实验等研究;2018年,生态环境部南京环境科学研究所成立了“环境损害与司法鉴定所”,主要围绕危险废物、生态环境损害鉴定评估与赔偿等开展科研与鉴定工作。2019年,中国科学院生态环境研究中心司法鉴定中心成立,开展鉴定科研与实务工作。2021年1月,山东大学依托化学、环境科学与工程、生态学和法学四个一级学科,围绕生态环境污染物分析与溯源技术研究;生态环境变化与风险评估研究;生态环境损害与人群健康效应研究;生态资源资产价值核算研究;生态环境损害司法鉴定政策法规和技术标准研究等五个研究方向,率先在国内设立环境法医学交叉学科和硕、博士学位点<sup>[30]</sup>。截至2020年12月底,全国环境损害司法鉴定机构达200家、鉴定人3300余名,其中依托国家高质高水平科研机构的7家<sup>[31]</sup>。

## 2 学科需求

### 2.1 理论需求

#### 2.1.1 填补领域知识空白的需要

农业环境损害涉及学科门类多、交叉性强,学界关注较晚,由于理论来源的交叉性、综合性,知识比较分散,基础性研究和历史积累薄弱,主要科学问题、研究内容尚待凝练,现有学科知识体系很难支撑环境损

害问题的科学解决,例如,农学、环境科学专业不关注司法鉴定技术,管理类专业缺乏环境损害问题所需理工科知识,均存在知识盲区。现有研究和基础工作主要集中在鉴定评估领域,损害预防、预测预报、损害救助等领域研究缺乏,损害诊断、基线水平、损害程度、因果关系判定及损害评估仍处于起步阶段,难点、盲点、痛点多,存在诸多未知领域和研究空白。

#### 2.1.2 健全农学学科体系的需要

农业生物在开放环境下生长,易受到病虫害、气候灾害、农业投入品使用、外来物种入侵、生态环境破坏等因素影响,长成的农产品安不安全、可不可以食用,是作物育种、作物栽培、畜牧科学、水产科学等农学分支学科关注的重点。从农业生物损害出发,运用局部症状观察、损害样本检测、病理毒理实验、靶向筛查、基因组学等方法,研究典型场景损害特征回溯,分析筛查致害因素,推演致害因子通过什么样的方式从产地环境转移到农产品,继而产生危害,识别鉴定具体损害的致害因子和致害原因,是农学学科需要关注但上述分支学科没有关注到或重点关注的。此外,还需研究新污染物对农业生物致害的诊断技术,探索农业活动中肥料、农药、农膜、饵料、饲料等投入品施用行为及其致损机制,开展农业损害源中具有普遍性、危害性、综合性的潜在新型损害物质及致害机理研究。实现农业损害预测、预防、识别等领域科技创新,也是农学需要关注但现有分支没有关注的。

## 2.2 现实需求

### 2.2.1 回应社会需求的需要

学科是培育满足社会服务导向的知识体系,是围绕解决具体社会组织或机构现实生产问题的需要而建构出来的,具有较强的及时性、针对性和应用性。“越来越多的交叉学科直接以研究问题进行学科命名,反映出社会需求对交叉学科发展的主导作用。”<sup>[32]</sup>多年以来,污染排放、生态破坏、不良农业生产方式引起的环境损害事件频繁发生,不仅伤害了农户切身利益,影响农户种粮积极性,而且破坏了农业资源环境,损害农业生态系统,损害国家环境利益,影响到国家生态安全、生物安全,还会致使一些不安全、受损农产品流入市场,对人们生命健康构成威胁。农业受体种类多、领域广、因素多、情形复杂,对综合性、专业性分析判断有更高要求,已有研究无法满足实践中日益增长的专业问题规范化应对和现有技术差异化、随意性过大、标准依据不足的矛盾。例如,2022年,某地大面积菠菜正常播种出苗后不再生长,如何通过受体损

害特征区分有机肥料与自然灾害、病虫害、温度湿度变化等致害因素?如何确定不同致害因素的贡献率?误差如何控制?等等,现有研究基本没有涉及或者无法满足解决实际问题的需求。

### 2.2.2 面向国家重大战略需求的需要

我国地域复杂,污染物种类繁多,给农业生产、老百姓切身利益带来诸多危害,由于损害的变动性和致害行为的隐蔽性,受体(如水体、水生生物、沉积物等)损害症状呈现不易观察性、易变性、易受干扰性等特点,导致损害线索不易发现、损害特征不宜固定、不宜提取等,在损害纠纷中具体表现为调查周期长、形态学鉴定难、环境基线确定难、缺少现场快速检测技术、精准至具体责任人的污染溯源技术不成熟等。“诉不出去、判不了、受损利益得不到保护”等远远没有破题,需要从受体表观症状变化及其表达出发,通过自然科学和社会科学在农学、环境学领域的交叉,研究可用于快速锁定污染物和疑似污染源、模拟推演致害过程、降低损害溯源成本、缩小线索摸排范围、在较短时间内建立农业生物损害与污染物之间的因果关系,快速、精准固定并确认损害事实的技术,解决“鉴定难、鉴定贵”等老百姓急难愁盼的“卡脖子”问题,打击违法行为,高质量服务于“诉”的需要,确保农户和国家生态环境利益科学足额赔偿。

综上,只要有人类活动,环境损害就会产生,随着科技进步,依靠科技手段解决损害问题、化解社会矛盾已是必然,科学解决损害问题必须依靠学科支撑。因此,有必要设立一门新兴交叉学科,面向国家农业安全战略需求,面向人民生命健康,分类开展具有紧迫性、前瞻性、储备性的技术研究,将复杂的技术原理和基础研究转化成容易解释和理解的技术知识,培养具备科学技术水平和实务操作能力的专业人才,满足实践中日益增长的社会需求。

## 3 学科设置

### 3.1 基本概念

农业环境损害是指污染环境、破坏生态致农业生物(动物、植物、微生物)性状异变、生长受阻、产量减低或质量下降,致农业水体、农用地土壤、农区大气及农业生态系统结构、组成、功能发生不利改变,生态环境质量减低等现象。其中,污染环境是各种污染物质、有毒有害物质通过空气、水体、土壤、辐射等途径进入农业生产环境;破坏生态主要有非法采砂、渔业滥捕超捕、侵占水域岸线、围湖造田、围垦河道、水域

拦截、工程建设、超载放牧、滥采药材、毁草开荒、乱捕滥杀野生动物、非法占用耕地、农区土地破坏、外来种引入、地下水超采、农业投入品不当施用等行为。

由此,农业环境损害学是一门研究人类污染环境、破坏生态行为与农业受体(农业生物、环境要素及其组成的生态系统)损害发生发展规律,调节人与自然关系,协调社会经济发展、环境健康与农业绿色发展,规范人类生态环境行为的新兴交叉学科。是以农业受体损害为对象,研究受体损害预测、损害预防、损害诊断、损害基线、损害程度、损害与行为相关性等不同环境行为原因力、贡献率,损害评估、损害救治与恢复等的科学活动。

开采损害学面对采矿工业发展中开采引起的损害问题,面向具体的开采行为对地下水、地表构筑物、土地资源、矿区生态环境的损害<sup>[31]</sup>,属于采矿学(采矿工程)范畴,与此类似,本学科关注实践中反复发生的科学问题,面向农业损害发生前后的技术需求,主要回答:损害是什么,是如何发生,如何预防预测,如何确定损害数额,如何救助恢复,属于农学范畴,是农学的重要分支。

### 3.2 理论基础

农业环境损害学不是凭空产生的,也不是孤立无援的,在学科理论基础、内涵和外延等方面,与环境法医学、环境损害鉴定评估等具有较强同源性和关联性。

#### 3.2.1 环境法医学

环境法医学旨在明晰环境污染的程度、持续时间和来源,随着欧洲和美国政策导致执法和诉讼案件的增加,环境法医学正在快速发展<sup>[34]</sup>。环境法医学主要从判定环境污染物的污染源、分布、去向及运移过程,采用化学分析、生物毒理鉴定、经济模型评估等方法对污染物进行定性或定量判别,并以化学特性、生物影响、责任承担及法律支撑来描述污染。环境法医学源于法医学,涉及使用科学和技术来调查潜在或已确认的刑事或民事违法行为,包括许多不同的学科领域,如数字、心理、弹道、会计、环境等<sup>[35]</sup>。该学科将研究污染物迁移转化及不同来源污染对受体损害贡献相关的同位素示踪、指纹图谱、指示生物、主成分分析等方法和技术应用于环境损害。关注的是污染物的环境行为及其对受体的危害,涉及到的污染物主要是工业企业产生或排放的有毒有害物质,研究的是具体污染物迁移转化与受体损害之间的关系,主要关注的是鉴定技术方法及其在司法实践中的应用,较少涉及量化评估和经济价值估算,不涉及病虫害、田间管理、

环境条件(湿度、温度、酸碱度等)变化对农业受体损害,不涉及污染环境、生态破坏与病虫害、种植养殖方式等田间措施、气候温度变化等因素复合作用对农业受体损害的区分与差异研究。

### 3.2.2 环境损害鉴定评估

依据《生态环境损害鉴定评估技术指南 总纲和关键环节 第1部分:总纲》(GB/T 39791.1—2020)<sup>[18]</sup>,生态环境损害鉴定评估是按照规定程序和方法,综合运用科学技术和专业知识,调查污染环境、破坏生态行为与生态环境损害情况,分析污染环境或破坏生态行为与生态环境损害间的因果关系,评估污染环境或破坏生态行为所致损害的范围和程度,确定恢复至基线并补偿期间损害的恢复措施,量化生态环境损害数额的过程。环境损害司法鉴定是指在诉讼活动中鉴定人运用环境科学的技术或者专门知识,采用监测、检测、现场勘察、实验模拟或者综合分析等技术方法,对环境污染或者生态破坏诉讼涉及的专门性问题进行鉴别和判断并提供鉴定意见的活动<sup>[31]</sup>。鉴定评估主要关注环境科学相关知识在司法活动中的应用,仅关注环境损害的鉴定和评估,是从环境要素角度对具体行为致害的技术判断;环境损害司法鉴定更多关注鉴定,不涉及损失价值评估。二者主要聚焦环境科学相关技术和方法,服务于行政执法与司法活动,不涉及农业损害的表现方式、损害特征、损害预防与救助等科学问题,且尚未上升到学科高度。

### 3.2.3 哈顿矩阵理论(Haddon matrix)

20世纪60年代,美国公共卫生医师 William Haddon 结合公共卫生的原理设计了一种图表,称为“哈顿矩阵”,提出应该从伤害发生前、伤害发生时和伤害发生后三个阶段分别评价导致伤害宿主(人)、致病(致伤)和环境三者的作用,从而确定伤害干预的途径。被作为所有类型伤害预防手段的发展思路<sup>[36]</sup>。伤害发生前防止新的伤害,伤害发生时降低伤害的严重程度,伤害发生后减低伤害致损发生频率和严重程度,实施救助恢复。该理论提出十条策略,即预防危险因素产生,减少已存在危险因素的数量,预防已有危险因素的释放,从源头改变危险因素的释放率及其空间分布,将危险因素从时间和空间上与被保护者分开,用屏障将被保护者和危险因素分开,改变危险因素的基本性质,增强受体对危险因素的抵抗力,消除危险因素,使损害受体保持稳定,采取有效的救治恢复措施。

### 3.2.4 生态学模型(Ecological model)

生态学是阐述有机体与所处环境相互关系的学

科,生态学模型认为,生态系统构成要素彼此直接影响、依存<sup>[37]</sup>,如果一个因素发生变化其他因素也会发生相应变化,对个体或环境中的某个因素干预可能影响特定环境中个体的行为。该模型分析个人、环境、行为相互关系,阐释生物过程、心理因素、自然生态和环境在模型中的角色<sup>[38]</sup>,通过各因素之间功能作用的改变(强化或削弱)调整个体与环境的关系。

### 3.3 学科定位

一般认为,一门学科应具有确定的研究对象,形成了相对独立、自成体系的理论、知识基础和研究方法<sup>[39]</sup>。如同大多数农学分支学科一样,农业环境损害学并非是一门先验的学科,而是伴随着问题而产生并发展起来的学科<sup>[40]</sup>。如前所述,农业生产活动受外部环境因素影响,受损受害呈现出复杂、多元、易变等特点。环境科学、农学等学科关注污染、风险,强调预测预报、风险评估、风险防控、灭除阻断、治理修复;环境法医学重点关注损害溯源,为确定责任人提供技术支撑,主要服务于司法活动;鉴定评估主要应对损害事件,是行政机关行政执法、司法机关环境司法的重要技术手段,仍处于工作层面,尚未上升到学科高度。农业环境损害学以受到损害的农业生物和资源环境要素为研究对象,既关注损害预防、鉴定评估,又关注损害救助、恢复治理,既关注污染环境、生态破坏对农业受体的损害,又关注病虫害、自然环境变化、种植养殖过程对农业受体的损害。农业环境损害学主要服务于农业生产、资源保护和农产品质量安全,是粮食安全、生物安全、生态安全在学科领域的融合与交叉。在内涵和外延上突破了农学、环境科学、环境法医学和损害鉴定评估的概念和学科框架,自成体系,在研究对象、研究内容、研究目标上均有鲜明的学科特色。

在学科定位上,农业环境损害学是应对行业需求、解决实践问题从研究角度设立的学科,是农学专业结构扩展的一个组成部分<sup>[41]</sup>。该学科既是农业环境学科群的重要组成部分,又与农产品安全学科群密切相关,是完善农业科技创新战略力量布局的具体体现。学科从农业受体损害出发,以实践问题和科技需求为导向,以农业损害事件和农产品安全事件为抓手,遵循“损害预防预测-损害诊断-基线确定-损害确认-因果关系分析-损失评估-救助恢复”研究路径,反向思考和研究农业资源环境和农产品安全中的突出问题,开展基础理论和特有技术方法研究,全面支撑产地安全、粮食安全、责任人认定、涉农食药环公益诉讼、生态环境损害赔偿、农业环境价值核算、损害

事件调查处理以及农业行政执法工作。

### 3.4 学科特色

#### 3.4.1 农业环境损害学是一门系统性学科

本学科以农业受体损害为出发点,既关注农业生物受体整个生长阶段的损害,又关注环境要素和生态系统损害的整体性和持续性,研究内容贯穿“损害预测-损害预防-损害诊断-基线判定-损害确认-因果关系分析-损失评估-救治恢复”全过程,既包含前端的损害预测、预防,中间的损害鉴定评估,又涉及末端的损害救治与恢复,旨在打通整个链条,解决农业生物每个生长阶段,以及生态系统和环境要素损害前、中、后每个具体环节的科学问题,针对外部环境致农业生命体和环境要素、生态系统损害开展全方位、全链条、系统性研究。

#### 3.4.2 农业环境损害学是一门交叉性学科

本学科涉及的学科领域和研究内容具有明显的交叉性,既涉及农学中农业生物生长机理机制等内容,又涉及植物保护(植物病理学、昆虫学)、动物医学、传统形态学等学科生物损害症状识别与诊断等内容,又涉及资源环境等学科环境要素与生态系统污染致害机理机制等内容,还涉及经济管理等学科损害价值评估等内容,研究对象既包括农作物、畜禽作物、水产作物等农业生物及其产品,又包括农用地土壤、农用水体、农区大气及其组成的生态系统,是农学、植物保护、动物医学、资源环境、经济管理、法学等学科的深度融合与交叉。

#### 3.4.3 农业环境损害学是一门开创性学科

本学科的开创性主要体现为研究对象的独特性和研究方法的创新性,研究对象既包括具有损害特征的农业受体也包括损害表征已经改变或者消失的农业受体,既研究单一致害源与受体损害的科学关系,又研究多个致害源与受体不同生长阶段损害的相关性、贡献率及损害程度。研究通过生长阶段致害物质浓度水平和生物损害特征预测生长至商品状态的损害状况与损失价值。研究方法既关注数值模拟、水文模型、化学指纹、年轮测定、同位素示踪等技术方法,更聚焦溯源与损害预测技术的改进和修正,关注多种技术方法的联合或相互验证,关注联合技术方法的创新和研发;科学问题聚焦在损害受体特征发生改变或消失后如何推演、回溯致害时的损害特征和损害程度,更关注形态学与eDNA结合的综合精准诊断技术、仿真模型、模拟实验、对比实验、情景再现、情节推演等技术的研究与开发。

#### 3.4.4 农业环境损害学是一门实践性学科

本学科面对的是具体的农业生产事件,如不长苗、鱼死亡、农产品不能达到商品状态,面对的是具体的环境行为、农业生产活动和受损农户,行为与受体在正常情况下不可能或者基本不会发生科学联系。例如,仲丁灵、草甘磷等农药是旱田除草剂,主要针对旱田杂草。正常情况下,从事有机污染物、农学研究的学者会关注仲丁灵、草甘磷等农药在农田环境中的残留或危害,关注对农作物生长的影响。药物学家会关注仲丁灵、草甘磷等农药的除草效果。随着农业生产方式的改变,无人机喷施、机械喷施农药已成常态,向麦田喷施仲丁灵、草甘磷等农药,喷施过程中农药随风进入周边养殖水域或其他农业作物生产区域,出现仲丁灵、草甘磷等农药对具体水生态和水生生物影响的科学命题,只有亲身参与事件调查处理的学者才会关注这些问题。损害学关注实践中发生的类似科学需求,旨在解决未受关注而又反复发生的科学问题。

## 4 学科体系

本学科致力于利用科学分析方法探索农业受体损害预测、鉴别诊断、基线水平、受体损害与生态环境污染或破坏行为的关系,以及行为对受体损害的贡献率,研究个案中损害基线建立、损害确认、因果关系判定及损失评估的技术方法,研究适用于损害实践的标准化、程序化技术指引,并在全国范围内推广示范,具有相对独立的学科体系。

### 4.1 基础理论

基础理论主要围绕学科建设、学科理论、重大战略、技术标准、典型案例与操作实务等开展研究,综合农学、环境学、生物学、管理学等学科理论,根据本学科综合前沿交叉特点与现实需求,形成本学科基础理论;开展技术规范、标准化、指引性研究,制修订相关技术标准,逐步构建农业环境损害标准体系;基于个案对已有科学技术进行集成、验证、修正,研发适用于个案技术集成和技术产品,开展程序化智能技术的平台和AAP作业指导手册研究;开展具有典型性、指导性、示范性的损害案例研究,开展相关管理制度和法规政策研究。

### 4.2 预测预防

损害预测预防主要研究不同生态环境行为致损概率及时空范围前期摸排与筛查,致害物质迁移转化、扩散传播、空间运移规律,研究不同受体对致害物质的敏感程度及其预防措施,预测损害可能发生的时

空范围和损害大小,预测分析受体生长阶段损害生长至成熟状态的损害程度等,研究防范和控制技术,减低损害发生的空间范围和损害程度,减少损害的持续时间,实现损害的精准预测和靶向预防。

#### 4.3 损害诊断

损害诊断主要围绕农业生物感受环境信号(环境污染、生态破坏、气象变化、病虫害)的特征性表达及其重要调控元件,观察、监测和分析受试作物表观变化与环境响应之间的联系,研究在环境信号感受和应答中的作用机制,建立环境信号在农业生物体内传递的分子链条和调控网络,构建多源环境信息耦合与农业生物生长发育及生产力动态损害诊断技术,主要研究污染物质暴露致农业生物受体幼体、成体、叶片、根系、果实等表观症状差异、分子基因和遗传标记差异等,从局部(症状)与整体(损害)的联系中揭示伤害规律,识别鉴定生物受体的致害因素和致害机理,实现“靶伤害”的精准诊断,“靶基因”的精准鉴定。

#### 4.4 损害基线

损害基线主要研究损害前农业受体基准值、损害基线的具体组成、主要确定方法及适用条件、判定准则等,重点研究损害基线表征指标的阈值确定技术、模拟仿真确定技术等。运用标准比对、过程分析、模型模拟、时间序列、数值模拟等方法,研究损害行为前农业受体基准值,基于环境污染和生态破坏行为存在条件下,研究农业受体损害基线的具体组成、主要确定方法及适用条件、判定准则等;在此基础上,从农业环境整体稳定性、可持续性等角度,按照农业环境最小限制因子定律,运用目标规划、回归分析、频率分析、区间分析、仿真模拟、高斯模型等方法,重点研究农业环境损害基线表征指标的阈值确定技术、模拟仿真确定技术等。

#### 4.5 因果关系判定

因果关系判定研究环境污染、生态破坏与农业生物、农业环境要素及生态系统损害发生的因果关系;开展受损生物、环境要素、生态系统和健康环境要素、生态系统环境外暴露及农业生物体内暴露的比较研究和模型解析,辨识诱导农业生物、环境要素、生态系统健康损害的关键污染因素及其暴露途径,追踪其外部排放来源和环境过程,形成“污染排放-环境暴露-毒性机制-健康危害”的全链条证据,在诸多疑似源中识别致害源,鉴别污染责任人;开展典型区域环境要素、生态系统损害的污染负担评价研究,评估不同污染物暴露因素对环境要素、生态系统损害发生的贡献,评测原因力,实现污染贡献在不同责任因素之间的科学

分配。因果关系研究主要涉及筛选污染物、确定污染范围,鉴别污染物特征、非特征危害,接触途径及其可能的农业生物和环境健康影响,研究环境污染、生态破坏行为与农业受体损害之间的相关性,鉴别生态破坏、环境污染在不同农业环境损害中的贡献率。

#### 4.6 损害评估

损害评估主要研究农业受体损害范围及受损程度判定技术方法,实物量和价值量评估方法;研究生态年轮、显微技术、产量测定、品质判定等农业生物损害实物量化技术,包括农作物不同生长阶段叶片、根系、植株受损对商品化产品损害的实物量化技术,水生生物卵子、幼体、幼苗等生长阶段实物量化技术;研究不同农业生物、资源环境要素、生态系统服务功能损失价值量化评估参数、具体评价指标、评估方法及可适用于不同损失估算的计算公式和估算模型等。

#### 4.7 损害救治

损害救治主要研究受损农业生物、环境要素和生态系统治理、恢复、救助的具体方法和技术措施。针对已经受到损害仍存在救治价值的农业生物,研究能使其恢复或部分恢复商品价值的病虫害治理、动物医学救治、综合种植养殖技术等救治、救助技术;针对受损农业环境要素和生态系统,结合损害类型、特点、可恢复程度、经济可行性等,研究适宜于受损生态环境恢复的农艺措施、自然恢复、植物修复、化学物理修复等生态恢复技术。

## 5 展望

随着社会发展及法治化水平的提升,事实认定成为执法、司法的关键环节和难点。在法治化水平和人类认知水平较低的历史时期,人类分别经历了通过自然现象、图腾崇拜、神明裁判、经验常识来认定和猜测事实的发展阶段。工业革命以来,随着自然科学的进步,通过技术手段来认定事实,逐渐被人们接受并占据主流。作为学科代表,法医学、侦查学等以事实认定为核心的学科得到充分发展,成为学科翘楚;法庭科学、证据科学、司法鉴定学等兼顾法律适用与事实认定的学科也受到越来越多人的青睐。

农业是在开放环境下的生产活动,外在环境因素干扰不可避免。自然灾害、气候变化、环境污染、生态破坏、投入品不当使用、有害生物入侵、不当种植养殖方式等潜在致害因素长期存在,新技术、新投入品带来的不确定、不稳定因素不断变化,农业环境损害呈现出明显的长期性、交叉性、隐蔽性、易变性,损害预

测预防、救治与鉴定评估的复杂性、艰难性更加鲜明,对相关技术和技术背后基础研究的需求越来越紧迫。我们坚信,回应需求,实现农业强国和乡村全面振兴,科研探索的路很长,农业环境损害学作为一分子,必将成为明日的学科之星,展现出持久生命力,在浩瀚的星空闪烁出耀眼的光芒。

#### 参考文献:

- [1] 王进喜,译.美国国家科学院国家研究委员会:美国法庭科学的加强之路[M].北京:中国人民大学出版社,2012:1-34. WANG J X. National Research Council of the National Academies: strengthening forensic science in the United States a path forward[M]. Beijing: China Renmin University Press, 2012:1-34.
- [2] United States Environmental Protection Agency. Guidance for comparing background and chemical concentrations in soil for CERCLA sites [S]. 2002.
- [3] United States Environmental Protection Agency. Guidelines for ecological risk assessment: federal register[S]. 1998.
- [4] Official Journal of the European Union. On environmental liability with regard to the prevention and remedying of environmental damage: directive 2004/35/CE of the European Parliament and of the Council of 21 April 2004[EB/OL]. (2004-04-30). [2023-06-25]. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32004L0035>.
- [5] WEISS D J, REHKDMPER M, SCHOENBERG R, et al. Application of nontraditional stable-isotope systems to the study of sources and fate of metals in the environment[J]. *Environmental Science & Technology*, 2008, 2(1):655-664.
- [6] BARTELINK E J, CHESSON L A. Recent applications of isotope analysis to forensic anthropology[J]. *Forensic Sciences Research*, 2019, 4(1): 29-44.
- [7] PONT'ER S, SUTLIFF-JOHANSSON S, ENGSTROM E, et al. Evaluation of a multi-isotope approach as a complement to concentration data within environmental forensics minerals[J]. *Minerals*, 2021, 11(1): 37.
- [8] 王伟.论环境污染因果关系鉴定证据[J].环境保护,2008(10):30-33. WANG W. Identification evidence of causality of environmental pollution[J]. *Environmental Protection*, 2008(10):30-33.
- [9] 王伟.如何破解环境公益诉讼鉴定难题[J].环境保护,2011(12):54-55. WANG W. How to solve the problem of environmental public interest litigation identification? [J]. *Environmental Protection*, 2011(12):54-55.
- [10] 王伟.浅析农业生态环境损失评估司法鉴定[J].中国司法鉴定,2012(5):147-152. WANG W. Analysis of judicial appraisal of agricultural ecological environment damage assessment[J]. *Chinese Journal of Forensic Sciences*, 2012(5):147-152.
- [11] 王伟,张国良,赵晋宇,等.我国农业环境损害鉴定评估标准体系研究[J].生态学报,2022,42(1):161-168. WANG W, ZHANG G L, ZHAO J Y, et al. Research on the standardization of agricultural environmental damage appraisal in China[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2022, 42(1):161-168.
- [12] 王伟,赵晋宇,强沥文,等.农业环境损害因果关系鉴定研究[J].农业环境科学学报,2022,41(9):1855-1863. WANG W, ZHAO J Y, QIANG L W, et al. Causality identification of agricultural environmental damages[J]. *Journal of Agro-Environment Science*, 2022, 41(9):1855-1863.
- [13] 王伟.农业生态环境及农产品质量安全司法鉴定专论[M].北京:中国法制出版社,2014. WANG W. Agroecological environment and agricultural product quality and safety of judicial appraisal monograph[M]. Beijing:China Legal System Publishing House, 2014.
- [14] 张国良,王伟,朱岩,等.国际环境损害鉴定评估[M].北京:中国环境出版社,2017. ZHANG G L, WANG W, ZHU Y, et al. International environmental damage assessment[M]. Beijing:China Environmental Science Press, 2017.
- [15] 王伟,张国良,强沥文,等.农作物环境损害诊断识别与纠纷解决[M].北京:中国环境出版集团,2020. WANG W, ZHANG G L, QIANG L W, et al. Diagnosis and identification of crop environmental damage and dispute resolution[M]. Beijing:China Environmental Science Press, 2020.
- [16] 最高人民检察院.生态环境和资源保护检察白皮书(2018—2022)[EB/OL]. (2023-06-05)[2023-06-25]. [https://www.spp.gov.cn/spp/xwfbh/wsfbh/202306/t20230605\\_616291.shtml](https://www.spp.gov.cn/spp/xwfbh/wsfbh/202306/t20230605_616291.shtml). Supreme People's Procuratorate. White paper on procuratorial protection of ecological environment and resources (2018—2022) [EB/OL]. (2023-06-05) [2023-06-25]. [https://www.spp.gov.cn/spp/xwfbh/wsfbh/202306/t20230605\\_616291.shtml](https://www.spp.gov.cn/spp/xwfbh/wsfbh/202306/t20230605_616291.shtml).
- [17] 最高人民检察院.关于印发《检察公益诉讼协同推进中央生态环境保护督察整改典型案例》的通知[EB/OL]. (2023-06-06)[2023-06-25]. [https://www.spp.gov.cn/spp/xwfbh/wsfbh/202306/t20230606\\_616462.shtml#2](https://www.spp.gov.cn/spp/xwfbh/wsfbh/202306/t20230606_616462.shtml#2). Supreme People's Procuratorate. Notice on the issuance of "Procuratorial Public Interest Litigation Coordinated to Promote the Typical Case of the Central Ecological Environmental Protection Inspectors' rectification"[EB/OL]. (2023-06-06)[2023-06-25]. [https://www.spp.gov.cn/spp/xwfbh/wsfbh/202306/t20230606\\_616462.shtml#2](https://www.spp.gov.cn/spp/xwfbh/wsfbh/202306/t20230606_616462.shtml#2).
- [18] 中华人民共和国生态环境部.生态环境损害鉴定评估技术指南总纲和关键环节第1部分:GB/T 39791.1—2020[S].北京:中国环境科学出版社,2020. Ministry of Environment Protection of the People's Republic of China. Technical guidelines for identification and assessment of environmental damage general principles and key components Part 1:GB/T 39791.1—2020[S]. Beijing:China Environmental Science Press, 2020.
- [19] 国家林业和草原局.森林生态系统服务功能评估规范:GB/T 38582—2020[S].北京:中国标准出版社,2020. National Forestry and Grassland Administration. Specifications for assessment of forest ecosystem services:GB/T 38582—2020[S]. Beijing:China Standards Press, 2020.
- [20] 国家林业局.湿地生态系统服务功能评估规范:LY/T 2899—2017[S].北京:中国标准出版社,2017. National Board of Forestry. Specifications for assessment of wetland ecosystem services:LY/T 2899—2017[S]. Beijing:China Environmental Science Press, 2017.
- [21] 国家海洋局.海洋生态资本评估技术导则:GB/T 28058—2011[S].北京:中国标准出版社,2011. State Oceanic Administration. Tech-

- nical directives for marine ecological capital assessment; GB/T 28058—2011[S]. Beijing: China Environmental Science Press, 2011.
- [22] 国家林业局. 荒漠生态系统服务评估规范: LY/T 2006—2012[S]. 北京: 中国标准出版社, 2012. National Board of Forestry. Assessment criteria of desert ecosystem services in China: LY/T 2006—2012[S]. Beijing: China Environmental Science Press, 2012.
- [23] 中华人民共和国农业农村部. 渔业污染事故经济损失计算方法: GB/T 21678—2018[S]. 北京: 中国标准出版社, 2018. Ministry of Agriculture and Rural Affairs. Calculating methods on the economic loss of fishery pollution accidents: GB/T 21678—2018[S]. Beijing: China Environmental Science Press, 2018.
- [24] 中华人民共和国农业农村部. 农业环境污染损害鉴定技术导则: NY/T 3025—2016[S]. 北京: 中国农业出版社, 2016. Ministry of Agriculture and Rural Affairs. Technical guidelines for identification of agricultural environmental pollution damage: NY/T 3025—2016[S]. Beijing: China Agriculture Press, 2016.
- [25] 中华人民共和国农业农村部. 农业环境损害鉴定调查技术规范: NY/T 3665—2020[S]. 北京: 中国农业出版社, 2020. Ministry of Agriculture and Rural Affairs. Technical specification for investigation of agricultural environmental damage identification: NY/T 3665—2020[S]. Beijing: China Agriculture Press, 2020.
- [26] 中华人民共和国司法部司法鉴定管理局. 农业环境污染事故司法鉴定经济损失估算实施规范: SF/Z JD0601001—2014[S]. 2014. Bureau of Forensic Science, Ministry of Justice of the People's Republic of China. Agricultural environmental pollution accident judicial appraisal economic loss estimation implementation specification: SF/Z JD0601001—2014[S]. 2014.
- [27] 中华人民共和国司法部公共法律服务管理局. 农业环境污染损害司法鉴定操作技术规范: SF/Z JD0606001—2018[S]. 2018. Public Legal Service Administration of the Ministry of Justice of the People's Republic of China. Technical specification of agricultural environmental pollution in judicial appraisal: SF/Z JD0606001—2018[S]. 2018.
- [28] 中华人民共和国司法部公共法律服务管理局. 农作物污染司法鉴定调查技术规范: SF/Z JD0606002—2018[S]. 2018. Public Legal Service Administration of the Ministry of Justice of the People's Republic of China. Technical regulations for judicial identification of crop pollution: SF/Z JD0606002—2018[S]. 2018.
- [29] 中华人民共和国农业农村部. 农用地土壤环境损害鉴定评估技术规范: NY/T 4155—2022[S]. 北京: 中国农业出版社, 2022. Ministry of Agriculture and Rural Affairs. Technical specification for identification and assessment of soil environmental damage on agricultural land: NY/T 4155—2022[S]. Beijing: China Agriculture Press, 2022.
- [30] 山东大学生态环境损害鉴定研究院. 研究院(基地)概况[EB/OL]. [http://www.ieef.qd.sdu.edu.cn/yjgk/yjy\\_jd\\_.htm](http://www.ieef.qd.sdu.edu.cn/yjgk/yjy_jd_.htm). [2023-06-25]. Ecological environment damage identification research institute of Shandong University[EB/OL]. [http://www.ieef.qd.sdu.edu.cn/yjgk/yjy\\_jd\\_.htm](http://www.ieef.qd.sdu.edu.cn/yjgk/yjy_jd_.htm). [2023-06-25].
- [31] 司法部公共法律服务管理局. 环境损害司法鉴定白皮书[EB/OL]. (2021-06-05)[2023-06-25]. [http://www.ep-serve.com/forepart/zxnr\\_index.do?oid=53411892&&tid=26378242](http://www.ep-serve.com/forepart/zxnr_index.do?oid=53411892&&tid=26378242). Public Legal Services Administration, Ministry of Justice. White paper on judicial identification of environmental damage[EB/OL]. (2021-06-25)[2023-06-25]. [http://www.ep-serve.com/forepart/zxnr\\_index.do?oid=53411892&&tid=26378242](http://www.ep-serve.com/forepart/zxnr_index.do?oid=53411892&&tid=26378242).
- [32] 崔育宝, 李金龙, 张淑林. 交叉学科建设: 内涵论析、实施困境与推进策略[J]. 中国高教研究, 2022(4): 16-22. CUI Y B, LI J L, ZHANG S L. Interdisciplinary construction: connotation, implementation dilemma and promotion strategies[J]. *China Higher Education Research*, 2022(4): 16-22.
- [33] 余学义, 张恩强. 开采损害学[M]. 二版. 煤炭工业出版社, 2010: 1-307. YU X Y, ZHANG E Q. Mining damage science[M]. 2nd Edition. Beijing: China Coal Industry Publishing House, 2010: 1-307.
- [34] 陈萌山. 贯彻落实“十九大”精神, 推进农业资源与环境学科建设进入新时代[J]. 中国农业资源与区划, 2018, 39(1): 7-9, 212. CHEN M S. Carrying out the spirit of the "19th National Congress of the CPC", pushing forward the disciplinary construction of agricultural resources and environment into a new era[J]. *Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning*, 2018, 39(1): 7-9, 212.
- [35] PAMELA J H. An environmental forensic chemistry experiment involving abandoned mine drainage remediation[J]. *Journal of Chemical Education*, 2020, 97: 1083-1086.
- [36] 王晓燕, 李平凡, 王雪松. 中国道路交通事故信息采集现状与改进研究[J]. 中国公共安全·学术版, 2017(4): 71-76. WANG X Y, LI P F, WANG X S. Current situation and improvement research of information collection of road traffic accidents in China[J]. *China Public Security·Academy Edition*, 2017(4): 71-76.
- [37] KELLY J G. Changing contexts and the field of community psychology[J]. *American Journal of Community Psychology*, 1990, 18(6): 769-792.
- [38] 方敏. 锻炼行为生态学模型的理论阐释及展望[J]. 西安体育学院学报, 2010, 27(1): 121-124. FANG M. Evolvement and interpretation of ecological model for promoting physical activity[J]. *Journal of Xi'an Physical Education University*, 2010, 27(1): 121-124.
- [39] 中华人民共和国教育部. 学位授予和人才培养学科目录设置与管理办法(学位[2009]10号)[EB/OL]. (2009-02-25)[2023-06-25]. [http://www.moe.gov.cn/s78/A22/xwb\\_left/moe\\_833/tnull\\_45419.html](http://www.moe.gov.cn/s78/A22/xwb_left/moe_833/tnull_45419.html). The Ministry of Education of the People's Republic of China. Measures for the setting and administration of academic degree conferment and personnel training subject catalogues (degree[2009]No.10)[EB/OL]. (2009-02-25)[2023-06-25]. [http://www.moe.gov.cn/s78/A22/xwb\\_left/moe\\_833/tnull\\_45419.html](http://www.moe.gov.cn/s78/A22/xwb_left/moe_833/tnull_45419.html).
- [40] 马中, 石磊. 环境与资源经济学的发展与学科建设[J]. 中国大学教学, 2018(6): 30-33. MA Z, SHI L. Development and discipline construction of environmental and resource economics[J]. *China University Teaching*, 2018(6): 30-33.
- [41] 叶取源. 加强农学学科建设的思考与实践[J]. 中国高教研究, 2002(7): 22-23. YE Q Y. Some ideas & practice of strengthening the construction of agronomy[J]. *China Higher Education Research*, 2002(7): 22-23.