

附件 2



中华人民共和国国家标准

GB/T □□□□□.1—202□

生态环境损害鉴定评估技术指南 生态系统 第 1 部分：农田生态系统

Technical guidelines for identification and assessment of
environmental damage—Ecosystem

—Part 1: Farmland ecosystem

(征求意见稿)

202□-□□-□□发布

202□-□□-□□实施

生态环境部
国家市场监督管理总局 发布

目 次

前 言.....	ii
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 工作程序.....	2
5 工作方案制定.....	4
6 农田生态系统损害调查确认.....	4
7 农田生态系统损害因果关系分析.....	6
8 农田生态系统损害实物量化与恢复方案制定.....	7
9 农田生态系统损害价值量化.....	8
10 其它规定.....	9
11 农田生态系统恢复效果评估.....	9
12 报告编制.....	10
附录 A（资料性附录）农田生态系统损害调查推荐指标.....	11
附录 B（资料性附录）农田生态系统服务功能损害评估方法.....	12

前 言

为推进生态环境损害赔偿工作，贯彻《中华人民共和国民法典》、《中华人民共和国环境保护法》和《中华人民共和国土壤污染防治法》，保护农田生态系统，保障公众健康，规范破坏生态或污染环境行为导致的农田生态系统损害鉴定评估工作，提高环境损害事件应对管理水平，制定本标准。

本标准规定了农田生态系统损害鉴定评估的内容、工作程序、方法和技术要求。

本标准的附录 A 和附录 B 为资料性附录。

本标准为首次发布。

本标准由生态环境部会同农业农村部组织制定。

本标准主要起草单位：农业农村部环境保护科研监测所、生态环境部环境规划院、农业生态环境及农产品质量安全司法鉴定中心。

本标准自 202□年□□月□□日起实施。

本标准由生态环境部会同农业农村部解释。

生态环境损害鉴定评估技术指南 生态系统

第 1 部分：农田生态系统

1 范围

本标准规定了农田生态系统损害鉴定评估的内容、工作程序、方法和技术要求。
本标准适用于因破坏生态或污染环境行为导致的农田生态系统损害鉴定评估。
本标准不适用于核与辐射事故导致的农田生态系统损害鉴定评估。

2 规范性引用文件

本标准引用了下列文件或其中的条款。凡是注明日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本标准。凡是未注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本标准。

- GB 2762 食品安全国家标准 食品中污染物限量
- GB 2763 食品安全国家标准 食品中农药最大残留限量
- GB 15618 土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）
- GB/T 16453 水土保持综合治理技术规范
- GB/T 30600 高标准农田建设通则
- GB/T 39791.1 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 39791.2 生态环境损害鉴定评估技术指南 总纲和关键环节 第 2 部分：损害调查
- GB/T 39792.1 生态环境损害鉴定评估技术指南 环境要素 第 1 部分：土壤和地下水
- GB 50288 灌溉与排水工程设计规范
- HJ 627 生物遗传资源经济价值评价技术导则
- NY/T 395 农田土壤环境质量监测技术规范
- NY/T 396 农用水源环境质量监测技术规范
- NY/T 398 农、畜、水产品污染监测技术规范
- NY/T 3025 农业环境污染损害鉴定技术导则
- NY/T 3499 受污染耕地治理与修复导则
- NY/T 3665 农业环境损害鉴定调查技术规范
- NY/T 4155 农用地土壤环境损害鉴定评估技术规范
- SF/Z JD0601001 农业环境污染事故司法鉴定经济损失估算实施规范
- SF/Z JD0606002 农作物污染司法鉴定调查技术规范
- SL 190 土壤侵蚀分类分级标准
- TD/T 1036 土地复垦质量控制标准
- 《司法鉴定文书规范》（司发通〔2016〕112 号）

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

农田生态系统 farmland ecosystem

人类在以农作物为中心的农田中，利用生物和非生物环境之间以及生物种群之间的相互关系，通过生态结构和生态机能，进行能量转化和物质循环，并按人类社会需要进行物质生产的综合体。

3.2

农田生态系统环境损害 environmental damage to farmland ecosystem

由于破坏生态、污染环境行为，造成农田生态系统结构、过程与功能的不利改变，以及农田生态系统服务的降低或丧失。

3.3

农田生态系统服务功能 farmland ecosystem service function

农田生态系统生产的物质及其所形成的自然环境对人类的服务作用，包括供给服务、调节服务、文化服务和支持功能。

4 工作程序

农田生态系统环境损害鉴定评估程序见图 1。具体内容包括：

a) 工作方案制定

了解农田生态系统损害的基本情况和主要特征，通过搜集所在区域的农田土壤和种植农作物状况背景资料确定鉴定评估的内容、范围和方法，制定鉴定评估工作方案。

b) 损害调查确认

开展排除性调查，排除仅由气候变化、自然灾害、高背景值、田间管理等导致的情形。

掌握破坏生态或污染环境行为的事实，调查农田土壤、农田灌溉水及所种植农作物基本状况与生态系统服务类型，确定基线水平，判断农田土壤、农田灌溉水、农作物及生态系统服务功能等是否受到损害。

c) 因果关系分析

就破坏生态、污染环境行为与农田生态系统损害之间的因果关系做出分析判断。

d) 农田生态系统损害实物量化与恢复方案制定

筛选并确定农田生态系统损害的评估指标，将指标现状水平与基线水平进行对比，确定损害的程度和时空范围，计算损害的实物量。对受损的农田生态系统进行可恢复性评价，能恢复的，明确恢复目标，制定基本恢复方案，计算期间损害，并制定补偿性恢复方案。

e) 农田生态系统损害价值量化

能恢复的，计算恢复费用；对于不能恢复的，采用农田生态系统环境资源价值量化法计算损害数额。

f) 农田生态系统恢复效果评估

定期跟踪监测农田生态系统的恢复情况，全面评估恢复效果是否达到预期目标，对于没有达到预期目标的，应开展补充性恢复，直到达到预期目标。

g) 报告编制

编制农田生态系统损害鉴定评估报告及恢复效果评估报告，根据要求建立工作档案。

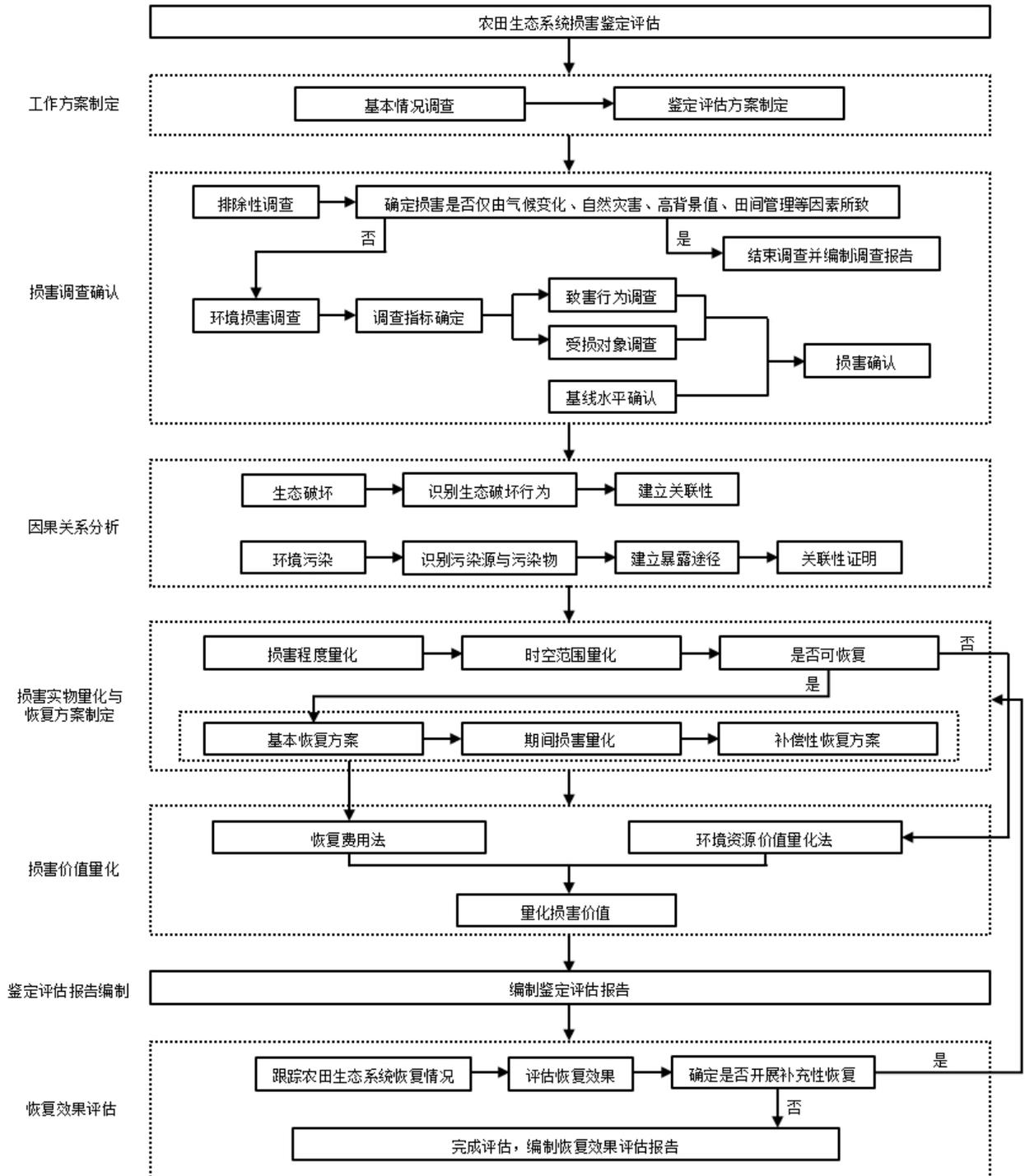


图 1 农田生态系统损害鉴定评估程序

5 工作方案制定

5.1 基本情况调查

通过资料收集、文献查阅、专家咨询、遥感解译、走访座谈、现场踏勘、诉状和庭审笔录查阅等方式，了解鉴定区域的自然环境状况、社会生产状况和环境损害信息，包括地理位置、地形地貌、气候气象、水文水质、地籍地类、土壤类型、土壤背景值、土地利用情况、农业生产方式、农作物种植类型、田间管理状况等信息。对于污染环境导致的农田生态系统损害，还需要了解潜在污染源的生产工艺、可能产生的特征污染物等信息。

5.2 工作方案制定

根据已掌握的鉴定区域基本资料、自然环境状况、社会经济信息和环境损害情况，对农田生态系统可能的损害类型和时空范围做出初步判断，根据鉴定评估的需要，明确农田生态系统损害鉴定评估工作内容，并设计相应的工作程序，通过调研分析、专家咨询、专项研究等方式，确定开展鉴定评估工作的具体方法，编制详细的工作方案。

6 农田生态系统损害调查确认

6.1 排除性调查

依照 NY/T 3665 开展调查，排除性调查应排除损害对象受损仅由气候变化、自然灾害、高背景值、田间管理等因素所致，若仅由上述原因所致，则停止调查，同时编制调查报告书；反之则按照下述程序，开展环境损害调查。

6.2 环境损害调查

6.2.1 调查指标确定

根据损害的类型与特点，选择相关指标进行调查、监测和评估，调查指标参考附录 A。

6.2.2 致害行为调查

破坏生态行为导致农田生态系统损害的，收集破坏方式、破坏范围及分布等基本信息，调查破坏生态行为的起止时间、频次强度、破坏面积等，收集破坏生态行为对农田生态系统造成损害的证据资料。

- a) 压占、硬化、挖损、塌陷、人工障碍层等耕地物理破坏，依照 NY/T 4155 开展调查。
- b) 有害生物损害，调查有害生物的来源、种类、数量、发生传播规律和方式、活动范围等。
- c) 地下水超采可能导致的损害，调查地下水水位、流量、流速、开采量等。
- d) 水土流失导致的损害，调查水土流失的成因、持续时间、范围分布等信息，并开展坡度、土壤侵蚀模数、农作物覆盖度等指标监测。

污染环境行为导致农田生态系统损害，依照 NY/T 3665 开展污染源、污染物和污染途径调查。

6.2.3 受损对象调查

6.2.3.1 农田土壤

利用遥感影像、地形地貌、地籍地类等资料，结合现场勘查进行农田土壤损害调查。调查指标由鉴定人员根据鉴案实际情况参照附录 A 执行。

农田土壤的样品采集，监测要素、监测项目、监测分析方法的确定及实验分析，依照 NY/T 395 执行。

6.2.3.2 农田灌溉水

利用遥感影像、水文水质、水系分布等资料，结合现场勘查进行农田灌溉水损害调查。调查指标由鉴定人员根据鉴案实际情况参照附录 A 执行。

农田灌溉水的样品采集，监测要素、监测项目、监测分析方法的确定及实验分析，依照 NY/T 396 执行。

6.2.3.3 农作物

依照 SF/Z JD0606002 开展农作物损害调查。调查指标由鉴定人员依据 SF/Z JD0606002 并参照附录 A 执行。

农作物的样品采集，监测要素、监测项目、监测分析方法的确定及实验分析，依照 NY/T 398 执行。

6.2.3.4 农田生态系统服务功能

根据损害功能类型，通过资料收集、实地调查、专家咨询、监测采样、实验检测等方法开展调查。获取鉴定区域农田生态系统的历史和现状信息，明确损害发生前和损害期间鉴定区域的主要生态系统服务功能。农田生态系统服务功能主要包括农产品供给、土壤保育、水源涵养等，涉及物种遗传资源和文化服务功能的，对遗传资源价值和文化服务功能进行调查，参考附录 A 和附录 B 执行。

6.2.4 其它需要调查的内容

除致害行为和受损对象调查外，还应该对已经开展的生态环境恢复、污染清除措施及其费用，以及可能开展替代恢复区域的生态环境损害现状和可恢复性进行调查。

6.3 质量控制

a) 调查过程应系统、全面、客观，参照 GB/T 39791.2 进行完整记录，调查记录应由调查人、记录人、见证人签字确认；

b) 土壤样品采集、保存流转和分析检测过程应符合 NY/T 395 等规范要求，水样品采集、保存流转和分析检测过程应符合 NY/T 396 等规范要求，农产品采集、保存流转和分析检测过程质量控制应符合 NY/T 398 等规范要求；

c) 制作鉴定材料清单，由移交方、接收方签字确认；

d) 对于搜集获得的资料，随机抽取 5%-10% 进行资料复核；对于人员访谈和调查表（记录表）获得的资料信息，随机抽取 5%-10% 进行回访复核。

6.4 损害确认

6.4.1 基线确认

6.4.1.1 基线确认方法

按照下列顺序确认基线水平：

a) 利用未受破坏生态或污染环境行为影响的历史数据或对照数据作为基线。由鉴定人员根据鉴定案件实际情况自行选择其一作为基线。历史数据采用鉴定区域受损前近 3 年的数据；对照数据采用在鉴定区域附近，相对未受损害，与鉴定区相似区域的数据。历史数据和对照数据应具有较好的时间和空间代表性，且数据获取时间至损害行为发生期间不存在导致农田生态系统状态发生明显变化的因素。

b) 参考相关标准或阈值作为基线。根据鉴定区域农田利用方式和服务功能，以 GB 2762、GB 2763、GB 15618 等标准或阈值作为基线；

c) 参考公开发表的文献研究数据或组织相关领域专家研讨确定基线水平；

d) 以上方法都无法确认基线水平的, 必要时, 可开展专项研究或模拟实验, 确定农田生态系统的基线水平。

6.4.1.2 基线水平表征

农田生态系统基线水平主要为受损前的农田土壤面积、体积, 农田灌溉水质量, 农作物产量、品质及农田生态系统服务功能状况等, 详见 6.2.3。个案基线水平的具体表征指标由鉴定人员根据损害现场实际情况确定。

- a) 对于主要提供供给服务的农田生态系统, 基线水平包括农产品产量、品质等参数;
- b) 对于主要提供支持、调节服务的农田生态系统, 基线水平包括固土保肥量、涵养水源量等参数;
- c) 对于主要提供文化服务的农田生态系统, 基线水平包括旅游人次和水平等参数。

6.4.2 确认损害

将鉴定区域农田土壤、农田灌溉水、农作物及农田生态系统服务功能现状与基线水平进行对比, 必要时开展专项研究, 确定鉴定区域损害事实和损害类型。满足以下条件之一的, 可认定农田生态系统受到损害:

- a) 鉴定区域农田土壤、农田灌溉水、农作物中特征污染物浓度或相关理化指标超出基线水平;
- b) 鉴定区域农田土壤、农田灌溉水中特征物质的浓度足以导致农作物或其他生物毒性反应;
- c) 与基线相比, 鉴定区域农田生态服务功能降低或丧失;
- d) 造成农田生态环境损害的其他情形。

7 农田生态系统损害因果关系分析

7.1 判定条件

7.1.1 破坏生态因果关系判定条件

同时具备下列条件, 可认定破坏生态行为与农田生态系统损害之间存在因果关系:

- a) 存在明确的破坏生态行为;
- b) 损害对象出现受损事实;
- c) 破坏行为与损害事实存在相关性;
- d) 破坏生态行为发生在生态环境损害之前;
- e) 损害对象可以排除仅受气候变化、自然灾害等非人为因素的影响。

7.1.2 污染环境因果关系判定条件

同时具备下列条件, 可认定污染环境行为与农田生态系统损害之间存在因果关系:

- a) 在损害对象中检测出特征污染物, 且含量超出基线水平;
- b) 疑似污染源存在向损害对象排放或者增加特征污染物的可能;
- c) 无其它相似污染源, 或者相似污染源对损害对象的影响可以排除或者忽略;
- d) 污染环境行为发生在生态环境损害之前;
- e) 损害对象可以排除仅受气候变化、自然灾害、高背景值、田间管理等因素的影响。

可从污染物的同源性、迁移路径的合理性、受体暴露的可能性等角度开展条件 b) 专项分析判断。

7.2 其它规定

现场发生变化或部分灭失、存在争议或不明确的, 可结合模拟实验、学理分析、多元统计分析、数学分析模型等方法, 开展情景再现或模拟调查, 必要时辅以专家论证。

8 农田生态系统损害实物量化与恢复方案制定

8.1 损害程度和范围量化

8.1.1 损害程度量化

损害程度量化按公式（1）计算：

$$K_i = \frac{|B_i - S_i|}{B_i} \times 100\% \quad (1)$$

式中： K_i —代表指示性指标的受损程度；

B_i —指示性指标的基线水平；

S_i —指示性指标受损后的现状水平。

8.1.2 损害范围量化

农田生态系统损害范围量化包括空间范围量化和时间范围量化。

根据鉴定要求，结合破坏生态特点、污染物扩散行为、农作物受害表症及基线水平表征的关键指标，综合确定损害的空间范围。

a) 以破坏生态为主的，基于破坏行为特征，结合地籍地类规划、损害前后遥感影像与现场测绘数据等，确定损害前后农田生态系统状况，量化农田生态系统损害空间范围；

b) 以污染环境为主的，结合污染源存续时间、土壤中污染物含量及其迁移方式、农作物受害表症及存续时间等，采取加密监测、插值等方法综合确定。

根据农田生态系统损害开始与恢复到基线水平的持续时间共同确定损害的时间范围。农田生态系统不可恢复，则为永久性损害，损害时间由鉴定人员根据实际情况确定。

8.2 可恢复性评价

通过文献调研、专家咨询、案例研究、模拟试验等方法，评价受损农田生态环境及其服务功能恢复至基线的经济、技术和操作的可行性。经评价，可以通过修复措施完全或部分恢复的，且不存在期间损害的，制定基本恢复方案；需要实施补偿性恢复的，同时需要评价补偿性恢复方案的可实施性。

8.3 恢复方案制定和期间损害计算

8.3.1 基本恢复方案制定

8.3.1.1 恢复目标确定

原则上以基线水平的农作物各项生长指标等作为恢复目标；对于生长条件严重受损、难以恢复到基线水平、或者不具备经济、技术和操作可行性的，农田土壤恢复目标的制定参照 TD/T 1036 中的耕地、园地复垦质量控制标准，恢复后的土壤质量和生产力水平不低于 TD/T 1036 中对应区域、对应类型农用地复垦质量控制标准。

a) 对于主要提供供给服务功能的农田生态系统，选择农田面积、农产品产量、品质等参数作为基本和补偿性恢复方案的评价指标；

b) 对于主要提供支持、调节服务的农田生态系统，选择农田面积、固土量、保肥量、涵养水源量等参数作为基本和补偿性恢复方案的评价指标；

c) 对于主要提供文化服务的农田生态系统，选择旅游人次和水平等参数作为基本和补偿性恢复方案的评价指标；

d) 涉及污染环境行为的，还应以土壤环境质量指标以及农作物体内污染物浓度作为基本恢复方案的评价指标。

8.3.1.2 恢复技术筛选

基本恢复方案的恢复技术依照下述规则筛选：

a) 恢复模式确定。基于破坏生态或污染环境行为的特点，依照 GB/T 16453、NY/T 3499 选择恢复模式。

b) 恢复技术筛选。恢复模式确定后，参考相似案例，结合农田生态系统损害特征、程度、范围和生态系统特性，确定恢复技术，具体恢复技术可参照 GB 50288、GB/T 30600、GB/T 16453、GB/T 39792.1 等标准进行筛选。或采用专家评分的方法，通过设置评价指标体系和权重，对不同恢复技术进行评分排序，提出一种或多种备选恢复技术。

c) 恢复技术验证。对拟采用的恢复技术进行可行性验证，选择与鉴定区域条件相似的农田生态系统开展田间试验，或者直接在鉴定区域选择小块土壤开展田间试验。若恢复技术已在与鉴定区域相似的农田生态系统有田间应用案例，可组织专家通过分析案例数据和报告等来对恢复技术进行论证，通过论证后，可不再开展田间试验。

d) 恢复技术确认。根据恢复技术的验证结果，综合经济、可行性等因素，最终确定鉴定区域内农田生态系统的恢复技术。

8.3.1.3 恢复方案编制

在恢复范围、目标、模式、技术确定后，确定开展基本恢复和补偿性恢复的具体方法，结合损害实际情况编制详细的农田生态系统恢复实施方案。

8.3.2 期间损害量化

基于等值分析法对农田生态系统从损害开始发生到恢复至基线水平的期间损害进行量化，并据此计算补偿性恢复的规模。

一般选择表征损害时空范围或损害程度中损害和恢复时间最长的指标作为期间损害的量化指标。期间损害的计算方法参照 GB/T 39791.1 执行。

8.3.3 补偿性恢复方案制定

补偿性恢复方案制定的原则和方法参照 GB/T 39791.1。

补偿性恢复的规模取决于期间损害的大小，此外应当根据补偿性恢复方案类型，确定表征补偿性恢复水平的指标，可参考本标准 8.3.1.1 节恢复目标确定部分。

9 农田生态系统损害价值量化

9.1 一般规定

a) 可恢复的农田生态系统损害采用恢复费用法计算；

b) 不可恢复的农田生态系统损害可采用市场价值法、替代成本法、旅游费用法、支付意愿法等方法，计算农田生态系统环境资源价值量。

9.2 量化方法

9.2.1 恢复费用法

恢复费用包括直接费用和间接费用。其中，直接费用包括生态环境恢复工程主体设备、材料、工程实施等费用，间接费用包括恢复工程监测、工程监理、质量控制、安全防护、二次污染或破坏防治等费用。恢复费用按照如下优先级顺序选择计算方法：实际费用统计法、费用明细法、承包商报价法、指南

或手册参考法、案例对比法，具体参照 GB/T 39791.1、GB/T 39792.1。相关成本和费用以恢复方案实施当地的实际调查数据为准。

采用自然恢复、植物恢复或田间管理恢复的，以实际费用支出、市场价值法等估算恢复费用。

9.2.2 农田生态系统环境资源价值量化法

a) 对于主要提供供给服务功能的农田生态系统，采用市场价值法对农田生态系统的供给服务功能损失进行量化，计算方法参照附录 B 中 B.1；

b) 对于损害前具有支持、调节服务的农田生态系统，通过资料收集、走访座谈、问卷调查、专家咨询、监测采样、实验检测等方法，获取需要的技术参数，根据附录 B 中 B.2、B.3 计算获得固土保肥量、涵养水源量等服务功能的实物量与价值量；

c) 对于损害前提供文化服务的农田生态系统，通过调查获得休闲旅游人次等参数，并采用旅游费用法对农田生态系统的文化服务功能损失进行量化，计算方法参照附录 B 中 B.4；

d) 对于农业遗传物种资源，计算方法参照 HJ 627；

e) 农田生态系统总体环境资源价值量按公式（2）计算：

$$V_f = \sum_i \sum_{t=0}^n V_s \times (1+r)^{t-T} \quad (2)$$

式中： V_f —农田生态系统损害价值；

i —受损服务功能类型；

V_s —受损农田的生态系统服务功能价值；

r —贴现（或复利）率；

t —评估期内的任意给定年（0~ n 之间）；

T —评估基准年；

$t=0$ —损害起始年；

$t=n$ —损害终止年。

10 其它规定

破坏生态行为、污染环境行为仅对农作物等农业资源造成财产性损害的，依照 NY/T 3025、NY/T 3665、SF/Z JD0601001 及 SF/Z JD0606002 开展鉴定评估。

11 农田生态系统恢复效果评估

制定恢复效果评估计划，通过现场观测、问卷调查、采样分析等方式，定期跟踪农田生态系统恢复情况，全面评估恢复效果是否达到预期目标；未达到预期目标，应进一步采取相应措施，直到达到预期目标为止。

11.1 评估时间

方案实施完成后，农田土壤、农田灌溉水、农作物及农田生态系统服务功能水平基本达到稳定时，对恢复效果进行评估，观测农田土壤理化性质、农田灌溉水质量、农作物生长状况、产量品质水平、农田生态系统服务功能恢复情况等，直到受损农田生态系统完全恢复至基线水平。

11.2 评估内容和标准

恢复过程合规性，即恢复方案实施过程需满足相关标准规范要求，不可产生二次损害。

恢复效果达标性，即根据恢复方案中设定的恢复目标，对恢复效果进行评估。

11.3 评估方法

11.3.1 现场踏勘

通过现场踏勘，了解农田土壤、农田灌溉水、农作物及农田生态系统服务功能恢复进展，判断恢复是否达到预期目标，观察生态系统服务功能必选指标的恢复情况，确定调查、观测时点、周期和频次，对农作物生长状况进行拍照。

11.3.2 采样与监测分析

参照本标准第 6.2.3 节受损对象调查部分执行。

11.3.3 分析比对

采用分析比对法，对照农田生态系统恢复方案，以及相关标准规范，分析农田土壤、农田灌溉水、农作物及农田生态系统服务功能恢复过程中各项措施与方案的一致性；分析恢复过程中的相关调查、监测数据，判断是否产生二次损害和其它生态影响；综合评价农田生态系统恢复过程的合规合理性。

11.3.4 问卷调查

通过设计调查表或调查问卷，调查恢复措施所提供的生态系统服务功能类型和服务量，判断是否达到恢复目标；调查公众与其它相关方对于恢复过程和结果的满意度。

11.4 补充性恢复方案制定

农田生态系统恢复方案实施后未达到恢复目标，需要进一步制定补充性恢复方案，使受损的农田生态系统实现既定恢复目标。

补充性恢复完成后，应当开展恢复效果评估。

12 报告编制

12.1 鉴定评估报告编制

鉴定评估报告参照 GB/T 39791.1 要求编写，司法鉴定意见书参照《司法鉴定文书规范》要求编写。

12.2 恢复效果评估报告编制

恢复效果评估报告参照相关标准要求编写。主要内容和要求包括：农田土壤、农田灌溉水、农作物及服务功能恢复效果评估内容、标准、评估过程所采用的方法及评估结果；恢复过程规范性评价所依据的标准和评估结果；恢复效果评估调查方案和依据、调查方法及调查结果；采用调查问卷或调查表对恢复效果和公众满意度进行调查的，还应包括问卷主要内容和获得的结果。

附录 A

(资料性附录)

农田生态系统损害调查推荐指标

表 A.1 农田生态系统损害调查推荐指标

损害类型		农田生态系统要素											农田生态系统服务功能				
		农田土壤			农田灌溉水			农作物					供给服务	支持服务	调节服务		文化服务
		物理指标	化学指标	生物指标	物理指标	化学指标	生物指标	种类	产量	品质	污染物浓度	生长情况相关指标	农产品供给	土壤保育	水源涵养	土壤固碳	休闲旅游
											产量、面积	固土、保肥	水量调节	固碳量	旅游人次和水平		
破坏生态	耕地物理破坏	*	#	#	#	#	#	#	#	#	#	*	*	#	*	#	
	有害生物入侵	*	#	*	#	#	*	*	*	#	*	*	#	#	#	#	
	地下水超采	*	#	#	*	*	*	#	#	#	#	*	*	*	#	#	
	水土流失	*	#	#	*	#	#	#	*	#	#	*	*	*	*	#	
污染环境	污染物经大气排放	#	*	#	#	*	#	*	*	*	*	*	#	#	#	#	
	污染物经水体排放	#	*	#	*	*	#	*	*	*	*	*	*	*	#	#	
	固废倾倒	*	*	#	#	*	#	*	*	*	*	*	*	#	*	#	
	有毒有害物质排放	*	*	*	#	*	*	*	*	*	*	*	*	#	*	#	

注：*表示必选指标，#表示可选指标；本表仅作参考，具体调查指标及其取舍，由鉴定人员根据鉴案实际情况确定。

附录 B

(资料性附录)

农田生态系统服务功能损害评估方法

B.1 供给服务功能

B.1.1 农产品供给实物量

农产品供给实物量按公式 (B.1) 计算:

$$L_p = \sum_{i=1}^n (D_i \times A_i \times T) \quad (\text{B.1})$$

式中: L_p —因破坏生态或污染环境导致农产品产量下降的实物量, kg/a; D_i —正常年份 i 类农产品单位面积产量, kg/($\text{hm}^2 \cdot \text{a}$); A_i — i 类农产品的农田土壤受损面积, hm^2 ; T —每年受损农产品收获次数; n —受损农产品种类。

B.1.2 农产品供给价值量

农产品供给价值量按公式 (B.2) 计算:

$$V_p = \sum_{i=1}^n (L_{pi} \times P_{pi}) \quad (\text{B.2})$$

式中: V_p —因破坏生态或污染环境导致农产品产量下降的价值量, 元/a; L_{pi} —因破坏生态或污染环境导致 i 类农产品产量下降的实物量, kg/a; P_{pi} —正常年份 i 类农产品市场价格, 元/kg; n —受损农产品种类。

B.1.3 参数确定

B.1.3.1 正常年份农产品单位面积产量

接近三年鉴定区域内同期产量平均值确定, 近三年鉴定区域内同期产量无法通过调查获取的, 以对照区同期产量为准。

B.1.3.2 正常年份农产品市场价格

正常年份农产品价格以当时当地市场平均价格计, 无法获取时, 接近三年当地市场平均价格计。市场平均价格以政府相关部门公布或实地调查获取的价格为准。

B.2 支持服务功能

支持服务功能主要指土壤保育, 土壤保育功能包括固土和保肥, 固土是消减降雨侵蚀力, 增加土壤抗蚀性, 减少土壤流失, 保持土壤功能; 保肥是保持土壤固持和保存养分的能力。土壤保育功能采用替代成本法进行估算。

B.2.1 固土功能

B.2.1.1 固土实物量

固土实物量按公式 (B.3) 计算:

$$L_G = 10^{-2} \sum_{i=1}^n \frac{A_i(X_{ni} - X_{pi})}{\rho_i \times h_i} \quad (\text{B.3})$$

式中： L_G —因破坏生态或污染环境导致固土功能下降的实物量， hm^2/a ；

A_i — i 类土壤受损面积， hm^2 ；

X_{ni} — i 类土壤受损后土壤侵蚀模数， $\text{t}/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$ ；

X_{pi} — i 类土壤受损前土壤侵蚀模数， $\text{t}/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$ ；

ρ_i — i 类土壤容重， t/m^3 ；

h_i — i 类表层土平均厚度， cm ；

n —受损土壤类型；

10^{-2} —单位换算系数。

其中土壤侵蚀模数以政府相关部门公布或实地调查获取的数据为准，优先使用政府相关部门公布的数据，若无相应数据，可通过实地测量或者采用土壤侵蚀数学模型获取，实地测量方法和采用的数学模型可参照 SL 190。

B.2.1.2 固土价值量

固土价值量按公式 (B.4) 计算：

$$V_G = \sum_{i=1}^n (L_{Gi} \times B_i) \quad (\text{B.4})$$

式中： V_G —因破坏生态或污染环境导致固土功能下降的价值量，元/a；

L_{Gi} —因破坏生态或污染环境导致 i 类土壤固土功能下降的实物量， hm^2/a ；

B_i — i 类土壤单位面积保持工程费用（元/ hm^2 ）；

n —受损土壤类型。

B.2.2 保肥功能

B.2.2.1 保肥实物量

保肥实物量按公式 (B.5) 计算：

$$L_F = \sum_{i=1}^n A_i \times C_i (X_{ni} - X_{pi}) \quad (\text{B.5})$$

式中： L_F —因破坏生态或污染环境导致保肥功能下降的实物量， t/a ；

C_i — i 类土壤中养分含量实测值，%；

n —受损土壤类型；

其他符号意义同前。

B.2.2.2 保肥价值量

保肥价值量按公式 (B.6) 计算：

$$V_F = \sum_{i=1}^n (L_{Fi} \times P_i) \quad (\text{B.6})$$

式中： V_F —因破坏生态或污染环境导致保肥功能下降的价值量，元/a；

L_{Fi} —因破坏生态或污染环境导致第 i 种养分保肥功能下降的实物量, t/a;
 P_i —含有 i 类养分肥料的市场价格, 元/t;
 n —养分种类。

B.3 调节服务功能

农田生态系统的调节服务功能主要包括水源涵养功能和土壤固碳功能。

B.3.1 水源涵养功能

B.3.1.1 水田

B.3.1.1.1 地表滞水实物量

地表滞水实物量按公式 (B.7) 计算:

$$L_D = A \times (h_1 - h_2) \quad (\text{B.7})$$

式中: L_D —因破坏生态导致水田地表滞水下降的实物量, m^3/a ;
 A —水田受损面积, m^2 ;
 h_1 —水田受损前正常状态下最大滞水高度, m/a ;
 h_2 —水田受损后最大滞水高度, m/a 。

B.3.1.1.2 地表滞水价值量

地表滞水价值量按公式 (B.8) 计算:

$$V_D = L_D \times C_Q \quad (\text{B.8})$$

式中: V_D —因破坏生态导致水田地表滞水下降的价值量, 元/a;
 L_D —因破坏生态导致水田地表滞水下降的实物量, m^3/a ;
 C_Q —水库单位库容蓄水成本, 元/ m^3 。

B.3.1.2 旱地

B.3.1.2.1 旱地土壤蓄水实物量

旱地土壤蓄水实物量按公式 (B.9) 计算:

$$L_s = 100 \sum_{i=1}^n D_i \times \varphi_i \times A_i \quad (\text{B.9})$$

式中: L_s —因破坏生态导致旱地土壤蓄水下降的实物量, m^3/a ;
 D_i — i 类土层厚度, cm/a ;
 φ_i — i 类土层非毛管孔隙度;
 A_i — i 类土壤受损面积, hm^2 ;
 100—单位换算系数。

B.3.1.2.2 旱地土壤蓄水价值量

旱地土壤蓄水价值量按公式 (B.10) 计算:

$$V_s = L_s \times C_Q \quad (\text{B.10})$$

式中： V_s —因破坏生态导致旱地土壤蓄水下降的价值量，元/a；
 L_s —因破坏生态导致旱地土壤蓄水下降的实物量， m^3/a ；
 C_Q —水库单位库容蓄水成本，元/ m^3 。

B.3.2 土壤固碳

B.3.2.1 固碳实物量

固碳实物量按公式 (B.11) 计算：

$$L_C = (Q_{c1} - Q_{c2}) \times A \quad (\text{B.11})$$

式中： L_C —因破坏生态或污染环境导致土壤固碳功能下降的实物量， kg/a ；
 Q_{c1} —土壤受损前单位面积土壤年度固碳量， $kg/(hm^2 \cdot a)$ ；
 Q_{c2} —土壤受损后单位面积土壤年度固碳量， $kg/(hm^2 \cdot a)$ ；
 A —土壤受损面积， hm^2 。

单位面积土壤年度固碳量参考公式 (B.12)：

$$Q_c = \frac{SOC_T - SOC_0}{T} \quad (\text{B.12})$$

式中： Q_c —单位面积土壤年度固碳量， $kg/(hm^2 \cdot a)$ ；
 SOC_T —评估期末年单位面积土壤有机碳含量， kg/hm^2 ；
 SOC_0 —评估期初始年单位面积土壤有机碳含量， kg/hm^2 ；
 T —评估年限， a 。

单位面积土壤有机碳含量参考公式 (B.13)：

$$SOC = 100 \times \rho \times h \times O_M \times \beta \quad (\text{B.13})$$

式中： SOC —单位面积土壤有机碳含量， kg/hm^2 ；
 ρ —土壤容重， g/cm^3 ；
 h —表层土壤平均厚度， cm ；
 O_M —表层土壤有机质含量， g/kg ；
 β —土壤有机碳与土壤有机质的转化系数，取 0.58；
100—单位换算系数。

B.3.2.2 固碳价值量

固碳价值量按公式 (B.14) 计算：

$$V_C = L_C \times P_C \quad (\text{B.14})$$

式中： V_C —因破坏生态或污染环境导致土壤固碳功能下降的价值量，元/a；
 L_C —因破坏生态或污染环境导致土壤固碳功能下降的实物量， kg/a ；
 P_C —固碳成本，元/ kg 。

B.4 文化服务功能

当受损农田生态系统有休闲娱乐、旅游等服务功能时，采用旅游收入法进行评估。

$$V_r = \sum_{j=1}^J N_j \times TC_j \quad (\text{B.15})$$

$$TC_j = T_j \times W_j + C_j \quad (\text{B.16})$$

$$C_j = C_{tc,j} + C_{lf,j} + C_{ef,j} \quad (\text{B.17})$$

式中： V_r 表示评估地区农田生态系统景观的休闲旅游价值（元/a）；

N_j 表示*j*地到评估地区旅游的总人数（人/a）；

$j=1,2,\dots, J$ 表示来评估地区旅游的游客所在区域。

TC_j 表示来自*j*地的游客的平均旅行成本（元/人）；

T_j 表示来自*j*地的游客用于旅途和核算旅游地点的平均时间（天/人）；

W_j 表示来自*j*地的游客的当地平均工资（元/（人·天））；

C_j 表示来自*j*地的游客花费的平均直接旅行费用（元/人），其中包括游客从*j*地到评估地区的交通费用 $C_{tc,j}$ （元/人）、食宿花费 $C_{lf,j}$ （元/人）和门票费用 $C_{ef,j}$ （元/人）。