



中华人民共和国国家标准

GB/T 43871.1—2024

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

本电子版为正式标准文本，由生态环境部环境标准研究所审校排版。

2024-03-25 发布

2024-07-01 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 适用范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	2
4 工作程序.....	2
5 方案制定.....	4
6 农田生态系统损害调查与确认.....	4
7 农田生态系统损害因果关系分析.....	7
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.....	9
10 农田生态系统恢复效果评估.....	10
11 报告编制.....	12
附录 A（资料性附录） 农田生态系统损害调查推荐指标.....	13
附录 B（资料性附录） 农田生态系统服务功能损害评估方法.....	15

前 言

为贯彻《中华人民共和国民法典》《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国土壤污染防治法》等法律法规和《生态环境损害赔偿制度改革方案》《生态环境损害赔偿管理规定》等文件，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，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。

本标准附录 A 和附录 B 为资料性附录。

本标准为首次发布。

本标准是 GB/T 43871《生态环境损害鉴定评估技术指南 生态系统》的第 1 部分。

本标准由生态环境部会同农业农村部制定。

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 2024 年 7 月 1 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 适用范围

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。

本标准不适用于仅对农作物、土地等农业资源造成的财产性损害鉴定评估以及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。凡是未注明日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本标准。

GB 5084	农田灌溉水质标准
GB 15618	土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）
GB 50288	灌溉与排水工程设计标准
GB 50433	生产建设项目水土保持技术标准
GB/T 16453.1	水土保持综合治理 技术规范 坡耕地治理技术
GB/T 21010	土地利用现状分类
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/T 39792.2	生态环境损害鉴定评估技术指南 环境要素 第 2 部分：地表水和沉积物
GB/T 51240	生产建设项目水土保持监测与评价标准
HJ 624	外来物种环境风险评估技术导则
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 1263	农业环境损害事件损失评估技术准则
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

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

农田 farmland

可以用来种植农作物的土地，指 GB/T 21010 中的 01 耕地（0101 水田、0102 水浇地和 0103 旱地）。

3.2

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。

3.3

农田生态系统损害 damage to farmland ecosystem

因污染环境、破坏生态造成农田土壤、农田灌溉水、农区大气等环境要素和农作物等生物要素的不利改变，及上述要素构成的农田生态系统的功能退化和服务减少。

3.4

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和人为环境对人类的服务作用，包括供给服务、支持服务、调节服务和文化服务。

4 工作程序

农田生态系统损害鉴定评估的工作程序包括方案制定、损害调查与确认、因果关系分析、损害实物量化与恢复方案制定、损害价值量化、恢复效果评估和报告编制。

a) 方案制定阶段

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，制定鉴定评估方案。

b) 损害调查与确认阶段

损害调查分两个阶段，排除性调查和环境损害调查。

首先，开展排除性调查，排除仅由气候变化、自然灾害、高背景值等致损情形。

其次，开展破坏生态或污染环境行为损害调查，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损害状况。

c) 因果关系分析阶段

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) 损害实物量化与恢复方案制定阶段

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，可恢复的，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) 损害价值量化阶段

对于可恢复的农田生态系统，除计算恢复费用外，恢复期的生态系统资源环境价值也应纳入损害数

额计算；对于不可恢复的农田生态系统，采用资源环境价值量化法计算损害数额。

f) 恢复效果评估阶段

定期跟踪监测农田生态系统的恢复情况，全面评估恢复效果与预期目标的一致性，对于没有达到预期目标的，应开展补充性恢复。

g) 鉴定评估报告编制阶段

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。

农田生态系统损害鉴定评估的工作程序见图 1。

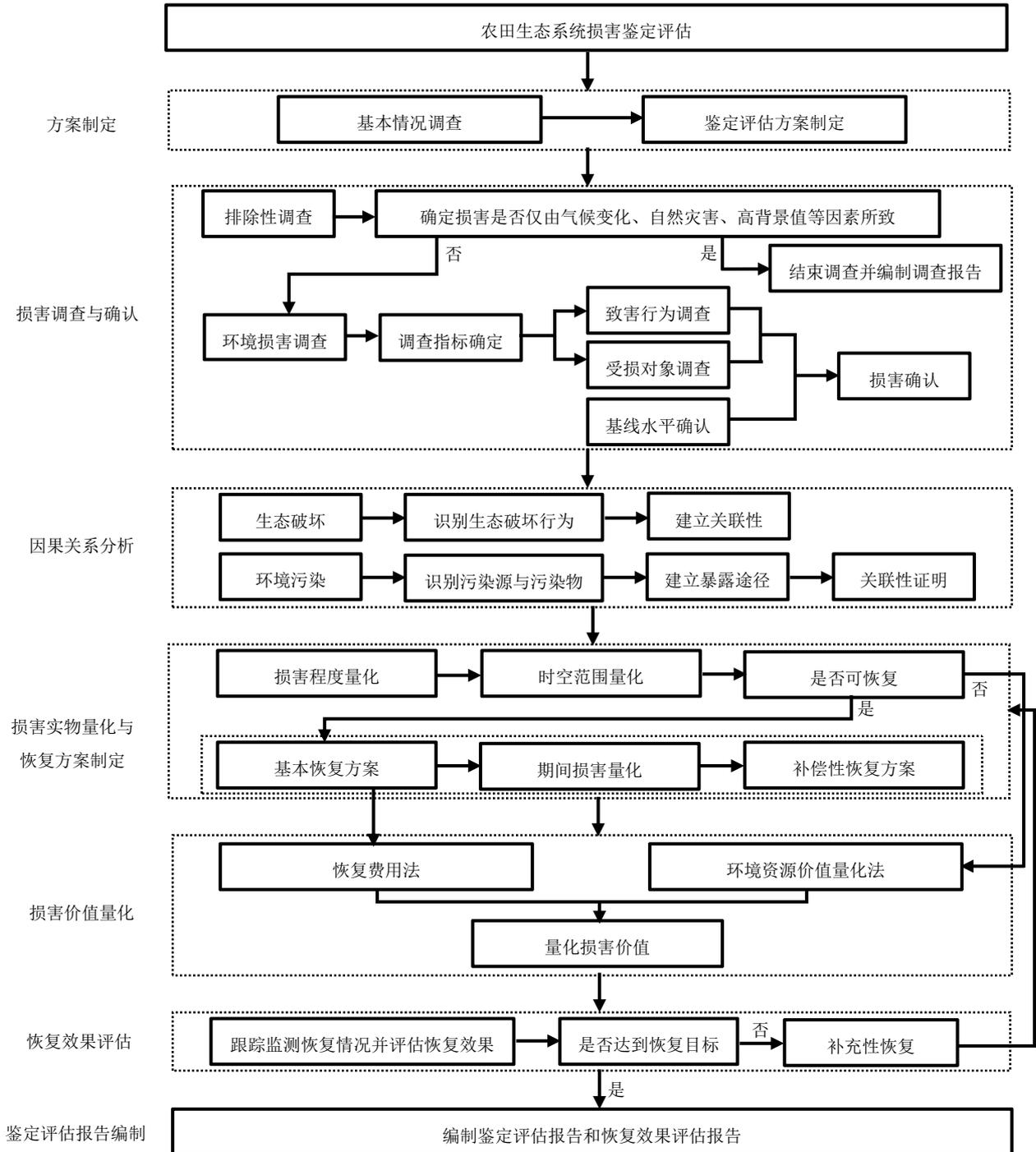


图 1 农田生态系统损害鉴定评估工作程序

5 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、现场踏勘、遥感解译等方式，必要时可辅以走访座谈、诉状和庭审笔录查阅等方式，了解评估区的自然环境状况、社会生产状况和农田生态系统损害信息，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 方案编制

根据已掌握的评估区基本资料、自然环境状况、社会经济信息和农田生态系统损害情况，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。工作方案主要内容应包括：情况简介、委托事项、拟采用的方法、可能存在的问题及解决对策等信息。

6 农田生态系统损害调查与确认

6.1 排除性调查

排除性调查参照 NY/T 3665，主要对农田生态系统损害事实进行初步分析和原因认定，若损害对象受损仅由气候变化、自然灾害、高背景值等因素所致，则停止调查，同时编制调查报告书；反之则按照下述程序，开展农田生态系统损害调查。

6.2 农田生态系统损害调查

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、人工障碍层等土壤物理破坏，按照 NY/T 4155 开展调查。
- b) 有害生物导致的损害应调查有害生物的来源、种类、数量、入侵频率、发生传播规律和方式、活动范围等；外来物种致害的，参照 HJ 624 开展调查。
- c) 地下水超采导致的损害应调查地下水水位、开采量、地下水点位等。
- d) 水土流失导致的损害应调查水土流失的成因、类型、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、水土保持措施、损毁类型与面积、农田及生产道路侵蚀沟、重力侵蚀等指标监测，可参照 GB 50433、GB/T 51240、SL 190 执行。
- e) 土地沙化导致的损害应调查农作物覆盖度、农田及生产道路侵蚀沟、沙地、风蚀地或流沙分布面积等。

f) 土地盐碱化导致的损害应调查土地盐碱化破坏分布范围、盐碱化程度或水平、地下水水位高低、流向、灌溉水平、灌溉水与盐碱化有关的各项指标等。

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

6.2.3 损害对象调查

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。调查指标由评估人员根据现场实际情况参照附录 A 执行。

农田土壤的样品采集、监测项目、监测分析方法的确定及实验分析，按照 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质损害调查，必要时，结合历史资料调查污水灌溉情况。调查指标由评估人员参照 GB 5084 及附录 A 执行。

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

6.2.3.3 农作物

农作物损害调查按照 SF/Z JD0606002 开展。调查指标由评估人员参照 SF/Z JD0606002 及附录 A 执行。

农作物的样品采集、监测项目、监测分析方法的确定及实验分析，按照 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。获取评估区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评估区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、生物多样性保持、水源涵养等，涉及生物多样性的，参照生物多样性观测相关国家、行业标准执行；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遗产服务功能进行调查，参考附录 A 和附录 B 执行。

6.2.4 其它

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农田生态系统损害现状和可恢复性进行调查。

6.3 质量控制

农田生态系统损害调查过程应符合下述质量控制要求：

- 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。若复核结果有出入，应当重新开展损害调查。

6.4 损害确认

6.4.1 基线水平确认

6.4.1.1 基线水平确认方法

一般按照下列顺序确认基线水平：

- a) 以未受破坏生态或污染环境行为影响的对照数据确认基线水平。采用在评估区附近，相对未受损害的相似区域的数据作为基线水平，对照数据应具有较好的时间和空间代表性；
- b) 以未受破坏生态或污染环境行为影响的历史数据确认基线水平。通过资料收集、专项调查等方法，采用评估区受损前政府部门发布的数据或参考公开发表的文献研究数据作为基线水平，历史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。若历史数据获取时间与损害发生时间邻近，则优先以历史数据确认基线水平；
- c) 以相关标准或阈值确认基线水平。根据评估区农田利用方式和服务功能，以 GB 5084、GB 15618 等标准或阈值作为基线水平；
- d) 对照数据、历史数据无法获取，且无相关标准或阈值的，可以调查获取的资料为基础，聘请相关专家进行论证分析，形成专家意见，以专家意见确认基线水平。专家知识背景应与农田生态系统损害个案具有相关性；专家数一般不少于 5 人且为奇数；专家可从科研院所、一线技术人员中选取；难以形成一致意见时，以多数专家意见确认基线水平；
- e) 以上方法都无法确认基线水平的，必要情况下，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表征指标主要为受损前的农田土壤面积、厚度、体积、理化指标，农田灌溉水质，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评估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、水源涵养量等参数；
- 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

将评估区农田土壤、农田灌溉水、农区大气、农作物、农田生态系统特征及服务功能现状与基线水平进行对比，确定评估区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) 评估区农田土壤、农田灌溉水、农区大气、农作物中特征污染物或有毒有害物质浓度超出基线水平，且对农田生态系统有潜在或明确的致害风险；
- b) 评估区农田土壤、农田灌溉水、农区大气及农作物中相关理化指标（不包括污染物或有毒有害物质）与基线水平相比发生不利改变；
- c) 评估区农田土壤、农田灌溉水及农区大气中特征污染物或有毒有害物质浓度足以导致农作物或其他生物产生毒性反应；
- d) 农业生物种群特征（密度、动态、相互作用、空间结构等）、群落特征（种类组成、结构、动态特征等）或农业生态系统特征（生物多样性）与基线水平相比发生不利改变；
- e) 与基线水平相比，评估区农田生态服务功能降低或丧失；

f) 造成农田生态系统损害的其他情形。

7 农田生态系统损害因果关系分析

7.1 判定条件

7.1.1 破坏生态行为的因果关系判定条件

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农田生态系统损害之前；
- e) 损害对象可以排除仅受气候变化、自然灾害、高背景值等因素的影响。

7.1.2 污染环境行为的因果关系判定条件

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农田生态系统损害之前；
- 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

农田生态系统的损害程度由农田土壤、农田灌溉水及农区大气等环境要素、生态系统特征及服务功能等要素损害情况综合确定，确定方法可采用层次分析法，由评估人员根据现场调查情况，或邀请相关领域专家对要素进行打分，分析要素影响程度的相对大小，按照要素权重综合确定受损程度。要素中涉及多个指示性指标的，可按层次分析法获取各个指示性指标权重，确定各要素受损程度。

基于农田土壤、农田灌溉水、农区大气等环境要素、生态系统特征及服务功能实物量化指示性指标水平与基线水平，确定受损程度，见公式（1）。

$$K_j = \frac{|B_j - S_j|}{B_j} \times 100\% \quad (1)$$

式中： K_j ——评估区环境要素、生态系统特征及服务功能实物量化指示性指标的受损程度；

B_j ——环境要素、生态系统特征及服务功能实物量化指示性指标的基线水平；

S_j ——环境要素、生态系统特征及服务功能实物量化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。

根据鉴定事项、农田生态系统损害确认及损害程度量化结果，结合破坏生态类型及特点、特征污染物或有毒有害物质迁移扩散行为、受损对象受害表症或受损特征等，综合确定损害空间范围。

- 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、损害前后现场调查与监测、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、土壤中特征污染物含量及其迁移转化方式、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发生至恢复到基线水平的持续时间来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，永久性损害持续时间一般按 100 年计算。

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，评价受损农田生态系统及其服务功能恢复至基线水平的经济、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，恢复后的土壤中目标污染物含量降低到 GB 15618 规定的筛选值以下（含），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，其与基线水平之间不可恢复的部分，可以采取适合的替代性恢复方案，或采用环境价值评估方法进行价值量化。

- a) 主要提供供给服务功能的，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) 主要提供支持、调节服务的，选择农田面积、固土保肥量、水源涵养量等参数作为基本和补偿性恢复方案的评价指标；
- c) 主要提供文化服务的，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按照下述规则筛选：

- a) 恢复模式确定。基于破坏生态或污染环境行为的特点，参照 GB/T 16453.1、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/T 16453.1、GB/T 30600、GB/T 39792.1、GB 50288 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，选择与评估区条件相似的农田生态系统开展田间试验，或者直接在评估区选择小块土壤开展田间试验。若恢复技术已在与评估区相似的农田生态系统有成功的田间应用案例，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，最终确定评估区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

一般情况下自农田生态系统损害发生到恢复至基线水平的持续时间大于一年的，应计算期间损害，制定基本恢复方案和补偿性恢复方案。小于等于一年的，仅需制定基本恢复方案。

一般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。具有不同服务功能的农田生态系统期间损害计算方式如下：

- a) 以供给服务功能为主的，在农田生态系统未受损前已投入农业生产使用的，基本恢复方案实施期间，农田无法种养殖农产品的，按修复期间农产品市场价格计算；在农田生态系统未受损前未投入农业生产使用的，且基本恢复方案实施修复期间也无计划投入使用的，按资源等值分析法计算；
- b) 以支持、调节服务功能为主的，优先采用资源等值分析和服务等值分析方法计算；
- c) 以文化服务功能为主的，按价值等值分析法计算。

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

农田生态系统损害价值量化应遵循以下一般规定：

- a) 污染环境或破坏生态行为发生后，为减轻或消除污染或破坏对农田生态系统的危害而发生的污染清除费用，以实际发生费用为准，并对实际发生费用的必要性和合理性进行判断；
- b) 可恢复的农田生态系统损害采用恢复费用法计算；
- c) 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，计算农田生态系统资源环境价值量。

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、环境监理、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、案例比对法，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 农田生态系统资源环境价值量化法

农田生态系统资源环境价值量化遵循以下方法：

- a) 主要提供供给服务功能的，采用市场价值法对供给服务功能损失进行量化，计算方法按照 NY/T 1263 或 SF/Z JD0601001 执行；
- b) 损害前具有支持、调节服务的，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.1、B.2 获取实物量与价值量，计算方法按照 NY/T 1263 执行；
- c) 损害前提供文化服务的，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.3；
- d) 对于农业遗传物种资源，计算方法参照 HJ 627；
- e) 农田生态系统资源环境价值量按公式（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 农田生态系统恢复效果评估

10.1 工作内容

恢复方案实施后，定期跟踪农田生态系统恢复情况，全面评估恢复效果与预期目标的一致性；未达到预期目标，应继续开展补充性恢复或进行生态环境损失量化。农田生态系统恢复效果评估的内容主要包括前期准备、恢复过程评估和恢复目标完成情况评估。

10.2 前期准备

10.2.1 资料收集

收集农田生态系统损害调查报告、监测数据、鉴定评估报告、恢复方案、工程实施方案、施工中监

测数据、监理报告、竣工报告、管护记录等资料。

10.2.2 人员访谈

针对相关部门、责任人，以及参与调查、鉴定评估、恢复方案编制、施工、监理等工作的人员开展访谈，对农田生态系统损害调查、鉴定评估、恢复等过程进行全面了解。

10.2.3 现场踏勘

通过现场踏勘，了解农田土壤、农田灌溉水质、农作物及农田生态系统服务功能恢复进展，并以照片、视频、文字等方式进行记录。

10.3 恢复过程评估

10.3.1 恢复过程总结

结合前期资料收集、人员访谈、现场踏勘获取的信息，采用分析比对法，对照农田生态系统恢复方案，分析农田土壤、农田灌溉水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，当存在施工过程中未覆盖恢复方案内容等情况时，应开展补充恢复。

分析施工过程中产生的废物、废水、废气等潜在二次污染的防治措施，农田土壤、农田灌溉水及农田生态系统服务功能可能遭受二次污染和破坏的可能性、类型、区域以及防控措施。

10.3.2 过程监测数据分析

基于资料收集、人员访谈、现场踏勘获取的监测数据，分析相关责任单位按照恢复方案和相关标准开展监测的情况。若监测数据不充分，应进行补充监测，监测应符合 10.3.3 中的要求；若监测数据充分，按照 10.4.3 中的要求对恢复目标完成情况进行初步分析。

10.3.3 过程监测要求

参照本标准 6.2.3 损害对象调查部分执行。

10.4 恢复目标完成情况评估

10.4.1 概念模型构建

基于上述资料收集、人员访谈、现场踏勘等获取的信息以及恢复过程总结、监测数据分析结果，用文字、图表等形式构建恢复前后的概念模型，为农田生态系统恢复目标完成情况评估阶段调查监测计划制定提供依据。概念模型主要包括农田生态系统恢复概况、影响环境修复或生态恢复的自然环境条件、目标指标随时间的变化情况等。

10.4.2 恢复目标完成情况评估调查与监测

10.4.2.1 制定恢复目标完成情况评估调查与监测计划

基于概念模型中有关恢复过程和评估区现状的相关信息，结合恢复目标，制定恢复目标完成情况评估调查与监测计划，明确农田生态系统恢复目标完成情况评估阶段的调查与监测内容、区域、指标、方法、频次和时间等信息，为后续调查与监测工作提供指导。

10.4.2.2 开展恢复目标完成情况评估调查与监测

GB/T 43871.1—2024

按照下述要求开展恢复目标完成情况评估调查与监测：

a) 调查监测时间

在农田生态系统恢复工程竣工后开展效果评估。

b) 调查监测内容和区域

恢复模式为人工恢复或人工促进自然恢复的，对恢复区域进行效果评估，并对周边区域可能产生的二次破坏进行调查评价；恢复模式为自然恢复的，仅对恢复区域进行效果评估。

c) 调查监测指标

根据恢复方案中设定的目标，参照附录 A 选取适当的指标开展农田生态系统恢复效果调查与监测。

d) 调查监测方法

参照本标准 6.2.3 损害对象调查部分执行。

10.4.3 恢复目标完成情况分析

根据恢复工程特点和监测数据的情况，对调查所获取的数据进行必要的分析，判断相关指标完成情况。当达到恢复目标时，即可停止恢复并结束评估；当未达到恢复目标时，应继续开展补充性恢复或进行生态环境损失量化；若只有部分区域未达到恢复目标，对未达到恢复目标的区域开展补充性恢复或生态环境损失量化。

11 报告编制

11.1 鉴定评估报告编制

鉴定评估机构应根据鉴定委托方要求，依据相关法律法规，编制司法鉴定意见书或鉴定评估报告书。司法鉴定意见书的编制应执行《司法部关于印发司法鉴定文书格式的通知》中要求的司法鉴定意见书文书格式。鉴定评估报告书的格式和内容参照 GB/T 39791.1 要求编写。

11.2 恢复效果评估报告编制

完成恢复效果评估后，编制农田生态系统恢复效果评估报告。报告内容主要包括项目背景、评估工作方案（评估目标、评估依据、评估内容和标准、评估范围、技术路线和方法）、恢复过程评估（恢复过程总结、过程监测数据分析）、恢复目标完成情况评估（概念模型、恢复目标完成情况评估调查与监测、恢复目标完成情况分析）、结论和附件等。

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	污染物含量	生长情况相关指标	农产品供给 产量、面积	土壤保育 固土、保肥量	生物多样性保持 保持量	固碳功能 固碳量	水源涵养 蓄水量	休闲旅游 旅游人次和水平	
破坏生态	土壤物理破坏	*	#	#	#	#	#	#	#	#	#	*	*	*	*	#	#	
	有害生物损害	*	#	*	#	#	*	*	*	#	*	*	#	#	#	#	#	
	地下水超采	*	#	#	*	*	*	#	#	#	#	*	*	#	#	*	#	
	水土流失	*	*	#	*	#	#	#	*	#	#	*	*	*	*	*	*	#
	土地沙化	*	*	#	*	#	#	#	*	#	#	*	*	*	*	*	*	#
	土地盐碱化	*	*	#	*	#	#	#	*	#	#	*	*	*	*	*	*	#
污染环境	污染物经大气排放	#	*	#	#	*	#	*	*	*	*	*	#	#	#	#	#	
	污染物经水体排放	#	*	#	*	*	#	*	*	*	*	*	*	#	#	*	#	
	固体废物倾倒或不当处置	*	*	#	#	*	#	*	*	*	*	*	*	*	*	#	#	
	有毒有害物质排放	*	*	*	#	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	#	#	
	农用化学品不当使用	*	*	*	#	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	#	#	

注：*表示必选指标，#表示可选指标。
农田土壤物理指标主要包括容重、质地等；化学指标主要包括有机质、氮、磷、钾、污染物、pH、全盐等；生物指标主要包括土壤生物种类、密度、生物量、种群及群落特征等。

农田灌溉水物理指标主要包括色、嗅、味、浑浊度、水温、悬浮物等；化学指标主要包括特征污染物（重金属、有机物等）、pH、全盐、BOD、COD、氯化物、硫化物等；生物指标主要包括粪大肠菌群数、蛔虫卵数等。

农作物品质指标主要包括感官指标（颜色、形态、色泽、气味、口味等）、理化指标（蛋白质、淀粉、脂肪、纤维、维生素、微量元素等）等；生长情况相关指标主要包括地上部生物量、根系生物量、株高、叶面积、根长、根表面积、根体积等。

农田生态系统服务功能调查指标参照附录 B 相关参数。

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 支持服务功能

B.1.1 土壤保育功能

B.1.1.1 固土功能

B.1.1.1.1 固土实物量

固土实物量按公式 (B.1) 计算:

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

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, m^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, 根据土壤质地分为沙土、壤土、黏土, 取值为 1~3;

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.1.1.1.2 固土价值量

固土价值量按公式 (B.2) 计算:

$$V_g = \sum_{i=1}^n (L_{gi} \times B_i) \quad (\text{B.2})$$

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, m^2/a ;

B_i —— i 类土壤单位面积保持工程费用, 元/ m^2 ;

n ——受损土壤类型, 根据土壤质地分为沙土、壤土、黏土, 取值为 1~3。

B.1.1.2 保肥功能

B.1.1.2.1 保肥实物量

保肥实物量按公式 (B.3) 计算:

$$L_f = \sum_{i=1}^n A_i \times C_i (X_{ni} - X_{pi}) \quad (\text{B.3})$$

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, %;

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, $\text{t}/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$;

n ——受损土壤类型, 根据土壤质地分为沙土、壤土、黏土, 取值为 1~3。

B.1.1.2.2 保肥价值量

保肥价值量按公式 (B.4) 计算:

$$V_f = \sum_{i=1}^n (L_{fi} \times P_i) \quad (\text{B.4})$$

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.1.2 生物多样性保持功能

生物多样性保持功能损害评估参照 GB/T 39792.2 中生物多样性与自然人文遗产维护部分的计算方法计算。

B.2 调节服务功能

B.2.1 固碳功能

B.2.1.1 土壤固碳实物量

土壤固碳实物量按公式 (B.5) 计算:

$$L_c = (Q_{c1} - Q_{c2}) \times A \quad (\text{B.5})$$

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, $\text{kg}/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$;

Q_{c2} ——土壤受损后单位面积土壤年度固碳量, $\text{kg}/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$;

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.6):

$$Q_c = \frac{SOC_T - SOC_0}{T} \quad (\text{B.6})$$

式中： Q_c ——单位面积土壤年度固碳量， $\text{kg}/(\text{hm}^2\cdot\text{a})$ ；
 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 。

B.2.1.2 土壤固碳价值量

土壤固碳价值量按公式 (B.7) 计算：

$$V_c=L_c\times P_c \quad (\text{B.7})$$

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， $\text{元}/\text{a}$ ；
 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， $\text{元}/\text{kg}$ 。固碳成本采用工业减排成本与市场价值法（碳交易价格）确定。

B.2.2 水源涵养功能

B.2.2.1 水田

B.2.2.1.1 地表蓄水实物量

地表蓄水实物量按公式 (B.8) 计算：

$$L_d=A\times(h_1-h_2) \quad (\text{B.8})$$

式中： L_d ——因破坏生态导致水田地表蓄水下降的实物量， 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蓄水高度， m/a ；
 h_2 ——水田受损后最大蓄水高度， m/a 。

B.2.2.1.2 地表蓄水价值量

地表蓄水价值量按公式 (B.9) 计算：

$$V_d=L_d\times C_Q \quad (\text{B.9})$$

式中： V_d ——因破坏生态导致水田地表蓄水下降的价值量， $\text{元}/\text{a}$ ；
 L_d ——因破坏生态导致水田地表蓄水下降的实物量， m^3/a ；
 C_Q ——当地水资源交易市场价格，当交易市场未建立时，以水库建设的工程成本替代或水资源影子价格替代，从当地水利与发改委等组织实施水库建设的部门或工程实施单位调查获得， $\text{元}/\text{m}^3$ 。

B.2.2.2 旱地

B.2.2.2.1 土壤蓄水实物量

土壤蓄水实物量按公式 (B.10) 计算：

$$L_s=100\sum_{i=1}^n D_i\times(\omega_{ni}-\omega_{pi})\times A_i \quad (\text{B.10})$$

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 ；

GB/T 43871.1—2024

D_i —— i 类土层厚度, cm/a;

ω_{mi} —— i 类土壤受损前土壤含水量, %;

ω_{pi} —— i 类土壤受损后土壤含水量, %;

A_i —— i 类土壤受损面积, m^2 ;

n ——受损土壤类型, 根据土壤质地分为沙土、壤土、黏土, 取值为1~3;

100——单位换算系数。

B.2.2.2.2 土壤蓄水价值量

土壤蓄水价值量按公式 (B.11) 计算:

$$V_s = L_s \times C_Q \quad (\text{B.11})$$

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 ——当地水资源交易市场价格, 当交易市场未建立时, 以水库建设的工程成本替代或水资源影子价格替代, 从当地水利与发改委等组织实施水库建设的部门或工程实施单位调查获得, 元/ m^3 。

B.3 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, 按公式 (B.12~B.14) 计算:

$$V_r = \sum_{j=1}^J N_j \times TC_j \quad (\text{B.12})$$

式中: V_r ——评估区农田生态系统休闲旅游价值, 元/a;

N_j —— j 地到评估区旅游的总人数, 人/a; $j=1,2,\dots$, j 表示来评估区旅游的游客所在区域;

TC_j ——来自 j 地的游客的平均旅行成本, 元/人。

$$TC_j = T_j \times W_j + C_j \quad (\text{B.13})$$

式中: TC_j ——来自 j 地的游客的平均旅行成本, 元/人;

T_j ——来自 j 地的游客用于旅途和旅游地点的平均时间, 天/人;

W_j ——来自 j 地的游客的当地平均工资, 元/天;

C_j ——来自 j 地的游客花费的平均直接旅行费用, 元/人。

$$C_j = C_{tc,j} + C_{lf,j} + C_{ef,j} \quad (\text{B.14})$$

式中: C_j ——来自 j 地的游客花费的平均直接旅行费用, 元/人;

$C_{tc,j}$ ——游客从 j 地到评估区的交通费用, 元/人;

$C_{lf,j}$ ——游客从 j 地到评估区的食宿花费, 元/人;

$C_{ef,j}$ ——游客从 j 地到评估区的门票费用, 元/人。