

宜昌市森林生态环境损害价值评估技术规范

(征求意见稿)

2025 年 5 月

编制说明

为加快生态环境损害赔偿技术体系建设，按照“环境有价，损害担责”原则，规范涉及森林的生态环境损害价值量化工作，确保人为因素导致的森林生态系统受损价值可调查、可量化、可评估，推进区域“林业碳汇+生态司法”协同创新，特编制《宜昌市森林生态环境损害价值评估技术规范》（以下简称“评估技术规范”）。

本评估技术规范由宜昌市林业和园林局、宜昌市生态环境局组织制订。

本评估技术规范主要起草单位：宜昌市森林资源监测站、宜昌市天然林保护工程管理办公室、宜昌市林业科学研究所。

本评估技术规范主要起草人员：刘平、王志、李余华、官丽君、隆雨薇、李海潇、张军、王万政、隗权、覃芳华、张萌、张人方、张傲寒、刘洋、高晗、向琳。

本评估技术规范由宜昌市林业和园林局负责解释。

目 录

1 引言	1
2 适用范围	1
3 规范性引用文件及参考资料	2
3.1 规范性引用文件	2
3.2 参考资料	2
4 术语和定义	3
4.1 森林生态环境	3
4.2 森林生态系统服务功能	3
4.3 森林生态系统服务功能损害	3
4.4 调节服务	3
4.5 支持服务	3
4.6 供给服务	3
4.7 市场价值法	3
4.8 基准价格法	4
4.9 造林成本法	4
4.10 替代工程法	4
4.11 替代成本法	4
4.12 损害程度量化	4
4.13 可恢复的森林生态环境损害	4
4.14 不可恢复的森林生态环境损害	4
4.15 地表径流系数	4
4.16 森林蒸发量	5
5 指标体系	5
6 评估流程	6

7 损害识别	7
7.1 可恢复的森林生态环境损害识别	7
7.2 不可恢复的森林生态环境损害识别	7
8 数据来源	8
9 资源调查	9
9.1 简易调查方法	9
9.2 专项调查方法	9
10 损害量化	10
10.1 基线水平	10
10.2 损害程度量化	11
10.3 期间损害价值量化	11
11 价值评估	11
11.1 森林生态恢复费用	11
11.2 森林生态环境损害价值评估	13
附录 A	27
附录 B	29
附录 C	30
附录 D	31
附录 E	32
附录 F	33
附录 G	34
附录 H	35
附录 I	36
参考文献	38

宜昌市森林生态环境损害价值评估技术规范

1 引言

为贯彻习近平总书记在生态环境保护大会上关于严格落实生态环境损害赔偿制度的重要讲话精神，落实党的二十届三中全会决定关于统筹推进生态环境损害赔偿的决策部署，规范涉及森林生态环境损害价值量化工作，编制《宜昌市森林生态环境损害价值评估技术规范》。

本评估技术规范根据《生态环境损害鉴定评估技术指南森林（试行）》和GB/T 38582《森林生态系统服务功能评估规范》等文件，结合宜昌市实际，按照可恢复和不可恢复环境条件列出了森林生态环境损害价值评估适用范围、指标体系，明确了涉及森林生态环境损害价值评估的术语和定义、损害识别、评估流程、数据来源、资源调查方法、损害量化及指标价值评估方式等内容，以期涉及森林生态环境损害价值可调查、可量化、可评估，有序推进区域“林业碳汇+生态司法”协同创新，构建多元化生态环境损害修复和赔偿机制，维护生态平衡，防止森林生态系统进一步破坏。

2 适用范围

本评估技术规范适用于因破坏生态环境行为导致的森林生态环境损害价值评估，但不涉及林地自身价值；不适用于核与辐射事故导致的森林生态系统服务功能损害价值评估，不适用于森林资源资产评估，不适用于以森林旅游、森林康养为经营主体的森林，以及以生产性经营为目的的森林生态环境损害价值评估，不适用于污染环境或破坏生态行为导致的人身损害和财产损害价值评估。

3 规范性引用文件及参考资料

3.1 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中规范性引用而构成本评估技术规范必不可少的条款。其中，注日期引用文件，仅该日期对应的版本适用于本规范；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规范。

生态环境损害鉴定评估技术指南 森林（试行）

GB/T38582 森林生态系统服务功能评估规范

GB/T26424 森林资源规划设计调查技术规程

GB/T33027 森林生态系统长期定位观测方法

GB/T35377 森林生态系统长期定位观测指标体系

LY/T1721 森林生态系统服务功能评估规范

DB42/T2303 森林碳汇计量监测技术规范

DB4205/T 069 宜昌市一元立木根径材积测算技术规程

3.2 参考资料

《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)

《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 39791.2)

《关于调整森林植被恢复费征收标准引导节约集约利用林地的通知》
(鄂财法发[2016]4号)

《湖北省林地管理条例》（2022年第六次修订）

《关于印发〈关于在破坏森林资源案件中开展生态环境修复 生态环境损害赔偿适用认购林业碳汇的意见（试行）〉的通知》（宜市中法发[2024]3号）

4 术语和定义

以下术语和定义适用于本评估技术规范。

4.1 森林生态环境

以乔木为主体的生物群落与周围环境之间相互作用,并进行能量转换和物质循环的综合生态系统。

4.2 森林生态系统服务功能

人类从森林生态系统与生态过程所形成及所维持的自然环境条件与效用中获得的各种惠益,主要包括森林在涵养水源、固碳释氧、微气候调节、土壤保持、生物多样性保护等方面提供的生态服务功能。

4.3 森林生态系统服务功能损害

由于乱砍滥伐、毁林开垦、盗猎盗捕、工程建设等人为原因造成的森林立地条件或生境质量下降、物种数量减少、结构受损、生态服务功能降低甚至不可恢复。

4.4 调节服务

从水资源调节、土壤成分调节、气候调节、蓄水潜力调控、固碳释氧等森林生态系统调节作用中获得的各种自然惠益。

4.5 支持服务

维持生物多样性必要的栖息环境、生态平衡、物种保育等一系列对于所有其他森林生态系统服务的生产必不可少的服务。

4.6 供给服务

从森林生态系统获得的原木、锯材、坑木、薪材等原材料,以及可提炼加工的食品、纤维、油脂、药材等各类产品原材料服务。

4.7 市场价值法

通过市场上已存在的交易,评估森林生态系统相应生态服务功能价值。

4.8 基准价格法

按照相关政策规定文件及实物基准价值标准，评估森林生态系统相应生态服务功能价值。

4.9 造林成本法

通过直接测量或抽样调查森林损害前后生物量之差测算出的固碳量，评估生态系统固碳价值。

4.10 替代工程法

以相应工程建设成本，评价生态系统功能调节价值。

4.11 替代成本法

以相应自然资源资产成本，估算消除生态环境危害效益。

4.12 损害程度量化

森林结构、数量与功能等各项指标的受损害现状与基线水平相比较，减少或降低的程度，包括森林面积的减少量或林木受损数量、物种类型及数量的减少量、植被生长受阻程度、森林生态环境损害量等。

4.13 可恢复的森林生态环境损害

因人为破坏行为导致森林生态系统要素（如植被、土壤、生物多样性等）及其功能发生可逆性不利改变，但可通过人工干预措施在合理期限内修复至损害前状态的情形。

4.14 不可恢复的森林生态环境损害

因人为污染或破坏行为导致森林生态系统的结构、功能发生不可逆转的退化或丧失，且无法通过现有技术手段或自然恢复在合理期限内修复至损害前状态的情形。

4.15 地表径流系数

径流系数是地表径流量与降雨量的比值，通常以百分比或小数表示。

4.16 森林蒸发量

森林植被蒸腾和林冠下土壤蒸发之和。

5 指标体系

森林生态环境损害价值评估指标体系包括4个一级指标,6个二级指标,10个三级指标及14项指标因子,涉及5种评估方法。其中植被恢复费用、野生动物和古树名木损害价值采用基准价格法,调节水量采用替代工程法,固碳价值采用造林成本法,微气候调节、固土、物种保育价值采用替代成本法,其余指标均采用市场价值法评估。

指标体系见表1。

表1 森林生态系统服务功能损害价值评估指标体系

一级指标	二级指标	三级指标	指标因子	评估方法
生态修复	植被恢复	A 植树造林成本	造林	基准价格法
			管护	基准价格法
调节服务	涵养水源	B 调节水量价值	调节水量	替代工程法
	固碳释氧	C 固碳价值	植被固碳	造林成本法
		D 释氧价值	森林释氧	市场价值法
微气候调节	E 温度调节能量消耗价值	微气候调节	替代成本法	
支持服务	土壤保持	F 固土价值	固土	替代成本法
		G 保持土壤营养物质价值	保氮	市场价值法
			保磷	市场价值法
			保钾	市场价值法
			保有机质	市场价值法
供给服务	生物多样性保护	H 物种保育价值	物种保育	替代成本法
		I 野生动物损害价值	野生动物	基准价格法
		J 古树名木损害价值	古树名木	基准价格法

6 评估流程

森林生态环境损害价值评估分为工作方案制定、损害调查确认、损害实物量化、损害价值量化、评估报告编制五个环节。调查确认过程中，调查人员应根据各环节进展情况，参见附录A-F及时填写各项调查检测记录表，确认不涉及的调查检测事项可不填；价值评估完成后，编写森林生态环境损害调查评估报告，编制要求参见附录G。

评估流程见图1。

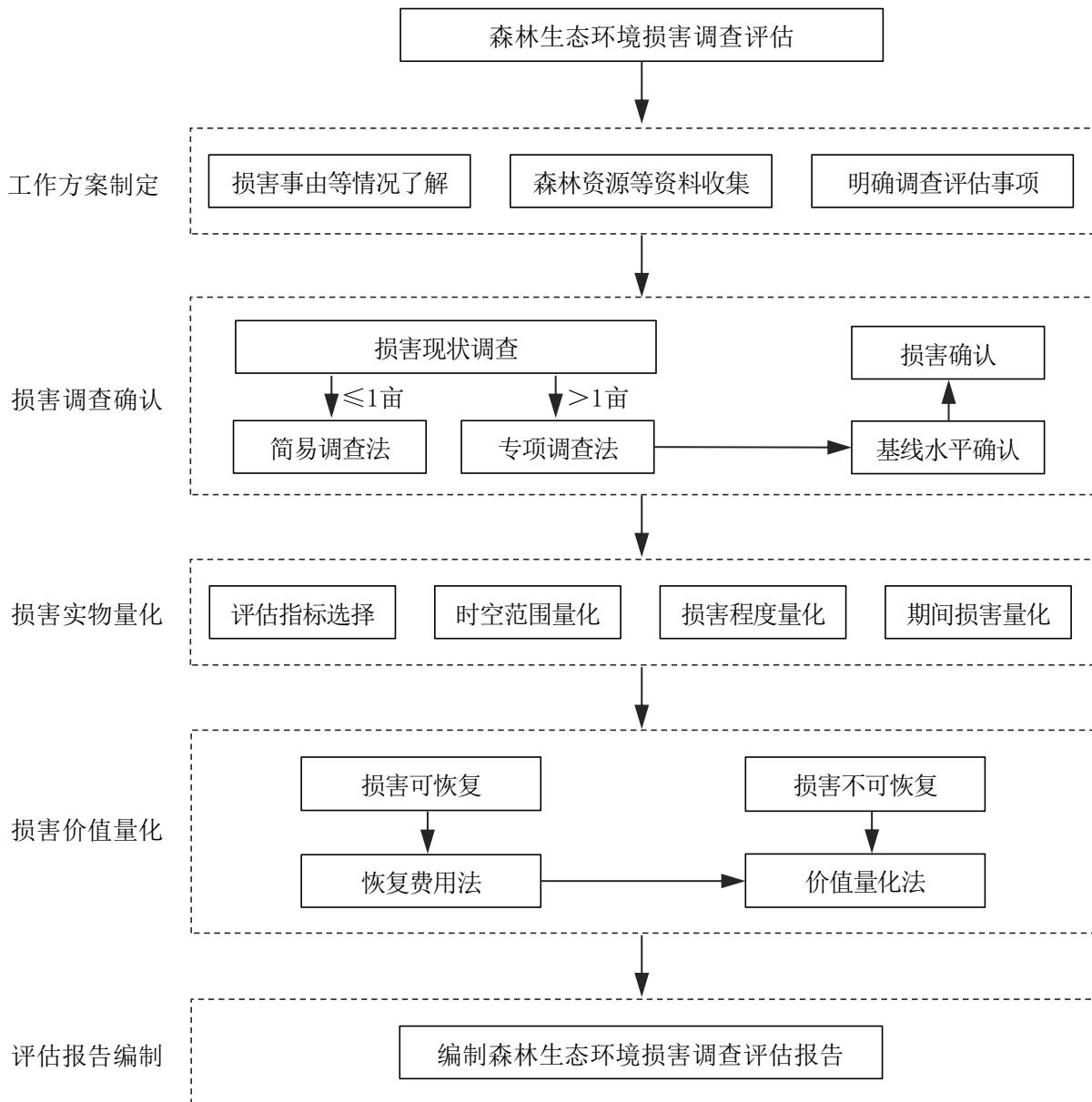


图1 调查评估工作流程图

7 损害识别

根据人为因素导致森林生态系统受损具体事由及损害程度，结合宜昌市实际，对生态破坏的6种情形、环境污染的3种情形分类分析涉及的生态服务功能损害指标。

7.1 可恢复的森林生态环境损害识别

7.1.1 植被资源损害

以地形地貌、土壤条件是否改变为首要识别条件，针对毁林开垦、工程建设、乱砍滥伐等人为生态破坏行为，同时满足以下条件，即识别为可恢复的森林生态环境损害，可根据11.1计算森林生态恢复费用。

- (1)零星、单行砍伐林木；
- (2)损害区域面积等于或小于1亩、未造成片状森林损害；
- (3)未发生地形地貌变化；
- (4)未对植被生境土壤造成污染和性状改变；
- (5)损害区域不涉及野生动物和古树名木；
- (6)具备原地直接补植林木恢复条件。

7.1.2 动物资源损害

针对盗猎盗捕人为生态破坏行为，未对猎捕的动物造成生命威胁损害，具备放生条件的情形，即识别为可恢复的森林生态环境损害，可根据11.2.8评估野生动物生态环境损害价值。

7.2 不可恢复的森林生态环境损害识别

毁林开垦、工程建设、乱砍滥伐等人为生态破坏行为，不能满足7.1识别条件，造成片状森林损害且原地已不具备直接造林补植恢复条件的损害情形；盗猎盗捕涉及野生动物种类且猎捕的动物已死亡的损害情形；森林火灾、非法采矿及采砂采土等生态破坏行为的损害情形；污染物排放、

固废倾倒、尾矿泄露等污染或破坏行为的损害情形，即识别为不可恢复的森林生态环境损害，可结合前期资源调查根据11.2，评估调节、支持、供给等生态服务功能各指标价值。

损害事项对应评估内容见表2。

损害识别相关信息记录详见附录A。

表2 森林生态环境损害事项评估内容对应表

损害事由		评估内容										
类型	事件	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
生态破坏	1. 毁林开垦	可恢复	●		●	●						
		不可恢复		●	●	●	●	●	●	○		○
	2. 工程建设	可恢复	●		●	●						
		不可恢复		●	●	●	●	●	●	○	○	○
	3. 乱砍滥伐	可恢复	●		●	●						
		不可恢复		●	●	●	●	●	●	○		○
	4. 盗猎盗捕	可恢复									●	
		不可恢复								●	●	
	5. 森林火灾			●	●	●	●	●	●	○	○	○
	6. 非法采矿及采砂采土			●	●	●	●	●	●	○	○	○
环境污染	7. 污染物排放			●	●	●	●	●	●	○	○	○
	8. 固废倾倒			●	●	●	●	●	●	○	○	○
	9. 尾矿泄露			●	●	●	●	●	●	○	○	○

注：实心圆标注的事件为必须评估项目，空心圆标注的事件为需要根据受损程度确定的评估项目（涉及则纳入，不涉及可不纳入）。

8 数据来源

根据我国森林生态系统研究现状，本规范在森林生态服务功能损害评估中最大限度地使用森林资源及生态因子长期连续观测的实测数据，没有

相关实测数据支撑的采取参考对比同类城市、同类资源、同类条件的方式，对指标进行估值，以保证评估结果的准确性。

本规范所用数据主要有两个来源：

- (1)第五次森林资源普查数据和森林资源动态监测数据；
- (2)权威机构公布的社会公共资源数据集。

9 资源调查

受损面积等于或小于1亩、郁闭度没有达到0.2规模的林地，适用简易调查方法评估；超过上述受损规模，采用森林资源专项调查方法评估；涉及古树名木个体损害的，须根据11.2.9开展古树名木调查。

9.1 简易调查方法

在受损区域，测量受损森林面积，受损林木数量、树种类型、损害原因、损害时间、受损林木材积等受损程度信息。

识别为可恢复的森林生态环境损害，比对森林资源历史数据，明确受损区域地类、林分类型、保护级别等林分因子相关信息，调查受损森林面积、受损林木数量，测量伐桩根径，计算受损林木蓄积。

当受损区域林木达到或超过50%，损害森林呈片状分布，须比对森林资源历史数据，同时在紧邻受损区域林缘就近设置1个对照调查样方，调查损害前植被特征、林分类型、林木因子等信息确定基线水平，计量受损林木蓄积，调查林木因子、物种多样性、土壤条件等信息。

简易调查记录表详见附录B。

9.2 专项调查方法

根据受损区域植被情况、生境条件，选择能够反映受损区域植被特征的典型植被群落，设置3-5个对照调查样方，其中连续成片的森林间隔设置3个，因地貌因素隔开的林子设置5个。

在受损区域，测量受损森林面积，调查受损林木数量、树种类型、损害原因、损害时间、毁林采伐的林木材积等受损程度信息。

在对照区域，采用随机取样法开展植物样方调查，样方大小按20m×20m设置，根据植被现状嵌套设置10 m×10m乔木样方、5m×5m灌木样方、1m×1m草本样方，能反映对照区域总体植物群落空间结构特征为原则。调查林木因子、物种多样性、土壤条件等信息。

专项调查记录表详见附录C、附录D。

10 损害量化

10.1 基线水平

10.1.1 基线水平确定

(1)利用受损前最近历史数据确认基线。通过历史资料分析、专项调查、学术研究等，获取能够表征调查区森林生态环境状况或生态服务功能与用途历史状况的数据；

(2)利用未受生态破坏或环境污染行为影响的相似现场数据确定基线。通过对照区的调查数据，确定基线水平。对照区应对评估区域具有较好的时间和空间代表性，且其数据获取调查方法应与评估区域具有可比性；

(3)确定基线时，需要考虑生物物候（包括动植物）、物种及其数量的年际（如大小年）、年内（如季节性变化）变化过程，选择相同或相近的历史数据；

(4)对于以上方法都无法确定基线水平的，采用专家判定法进行基线判定。

10.1.2 生态因子

主要包括温度、土壤氮磷钾有机质含量、降雨量、蒸发量等。

10.1.3 林木因子

主要包括树种、林分密度、胸径、蓄积量、郁闭度等。

10.2 损害程度量化

损害程度用百分比表示，按公式(1)计算：

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

式中：

- K_i ——损害程度，单位：%；
- B_i ——基线水平；
- S_i ——损害发生后的现状水平。

10.3 期间损害价值量化

期间损害按照求出的年均损害价值算出月均损害价值（不足一月按一个月计算），乘以需要恢复至原状态的时间区间即为期间损害价值量。

11 价值评估

可恢复的森林生态环境损害适用11.1森林生态恢复费用计算；
不可恢复的森林生态环境损害适用11.2森林生态服务功能损害价值评估。

11.1 森林生态恢复费用（A）

森林生态恢复费用，以森林植被恢复费征收标准为基准，包括造林和管护，结合评估区所处生态及功能区位，乘以相应调整系数，按公式(2)计算。基础单价、征收倍数见表3，调整系统见表4、表5。

$$V_{ER} = S \times U \times T \times F \dots\dots\dots (2)$$

式中：

- V_{ER} ——森林生态恢复费，单位：元；

S——评估被损害的森林面积，单位：平方米；

U——根据征收标准对应的地类植被恢复基础单价，单位：元/平方米；

T——根据征收标准对应的生态及功能区征收倍数，多项涉及应复计；

损害事项对应评估内容见表3。

F——调整系数， F_1 与 F_2 系数相乘得到F。

表3 植被恢复费用征收标准

地类	基础单价	征收翻倍事项	
		涉及国家/省级公益林、天然林	涉及城市规划区
乔木林地	10	2	2
竹林地	10	2	2
苗圃地	10	2	2
灌木林地	6	2	2
疏林地	6	2	2
未成林造林地	6	2	2
采伐迹地	3	2	2

注：适用于湖北省范围。

表4 植被恢复单价调整系数 (F_1)

地类	林分类型			平均胸径			保护级别		
	针叶	阔叶	针阔混	< 5cm	5-20cm	> 20cm	一级	二级	其他
乔木林地	1	1.25	1.5	1	1.5	2	2.5	1.5	1
竹林地	—	—	—	1	1.5	2	2.5	1.5	1
苗圃地	1	1.25	1.5	1	1.5	2	—	—	—
灌木林地	1	1.25	—	1	1.5	2	2.5	1.5	1
疏林地	1	1.25	1.5	1	1.5	2	2.5	1.5	1
未成林造林地	1	1.25	1.5	1	—	—	—	—	—
采伐迹地	—	—	—	—	—	—	—	—	—

- 注：1. 灌木林地套用F1系数为原灌木林地中生长有突出的散生林木情形。
 2. 保护级别依据《国家重点保护野生植物名录》设置。
 3. 适用于宜昌市范围。

表5 生态恢复费用调整系数 (F₂)

类别	国家级保护物种		其他保护物种	非保护物种
	一级	二级		
国家公园	6	4	3	2.5
自然保护区核心区	5	3	2.5	2
自然保护区一般控制区	4	2.5	2	1.5
自然公园	3	2	1.5	1.25
非自然保护地	2.5	1.5	1.25	—

- 注：1. 适用于原生的非移栽植物。
 2. 适用于全国范围。

11.2 森林生态环境损害价值评估

根据损害事由及损害程度明确涉及的森林生态系统服务功能损害评估指标，采用对应的评估方法计算涵养水源、土壤保持、固碳释氧等生态损害指标价值量，各指标实物量与价值量计算方法见 11.2.1-11.2.9，森林生态环境损害价值总量按公式(3)计算：

$$V_f = \sum_i V_s \times k_i \dots\dots\dots (3)$$

式中：

- V_f—森林生态环境损害价值；
- i—受损服务功能类型；
- V_s—受损森林的生态服务功能价值；
- K_i—损害程度。

11.2.1 涵养水源价值 (B)

涵养水源价值，按公式(4)计算，年均降雨量取值参照表 6，森林年均蒸发量参照表 7、地表径流系数参照表 8。

$$U_{\text{调}} = 10 \times C_{\text{库}} \times A \times (P - E - C) \dots\dots\dots (4)$$

式中：

$U_{\text{调}}$ ——林分年调节水量价值，单位：元/年；

A——评估的林分面积，单位：公顷；

P——林分年均降雨量，单位：毫米/年；

E——森林年均蒸发量，单位：毫米/年；

C——林分地表快速径流量，单位：毫米/年；（年均降雨量×地表径流系数）；

$C_{\text{库}}$ ——为水库单位库容蓄水成本，单位：元/年，取值参考 2024 年水库蓄水成本 11.96 元/立方米。

表 6 年均降雨量

区域	年均降雨量 (mm)
远安	1050
枝江	1130
当阳	960
宜都	1216
兴山	1067
长阳	1366.2
五峰	1588
秭归	1475.6
宜昌城区（夷陵区）	1073

注：年均降雨量为近3年的平均值。

宜西北—远安县；

宜东区—枝江市、当阳市、宜都市；

宜西南—兴山、长阳自治县、五峰自治县、秭归县、宜昌城区（含夷陵区）。

表 7 森林年均蒸发量部分参考取值

树种	松类	栎类	草坡
蒸发量（mm）	470	349.37	340.15

注：无量纲，没有的树种按照均值计算（年均降雨量的70%）。

表 8 地表径流系数（F）

适用区域	林分类型			
	阔叶纯林	针叶纯林	针阔混交林	灌木
宜西南区域	0.05	0.15	0.10	0.25
宜西北区域	0.10	0.20	0.15	0.30
宜东区域	0.15	0.25	0.20	0.35

注：1. 依据森林覆盖率，覆盖率越大，截留雨水越多，径流系数越小。

2. 参照全国平均取值。

11.2.2 固碳价值（C）

固碳价值，按公式(5)–(8)计算，灌木林、竹林单位面积生物量及含碳率取值参照表9，湖北省主要乔木树种（组）碳储量计算参数参照表10。

$$U_{\text{碳}} = (C_{\text{乔}} + C_{\text{灌}}) \times G_{\text{碳}} \times 3.67 \dots\dots\dots (5)$$

$$C_{\text{乔}} = A \times \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (W_i \times CF_j) / a \dots\dots\dots (6)$$

$$W_A = V \times BEF \times (1 + R) \times SVD \dots\dots\dots (7)$$

$$C_{\text{灌}} = A \times W_{\text{灌}} \times CF_{\text{灌}} \dots\dots\dots (8)$$

式中：

$G_{\text{碳}}$ ——碳市场交易价格，单位：元/吨（参考湖北省市场价格85元/吨）；

$C_{\text{乔}}+C_{\text{灌}}$ ——总固碳量，单位：吨；

3.67——碳转化为二氧化碳的转换系数（依据《国家温室气体排放清单指南》，一吨碳相当于3.67吨二氧化碳）；

A——林分面积，单位：公顷；

$C_{\text{乔}}$ ——乔木层碳储量（包括散生木和四旁树），单位：吨；

W_i ——乔木层i树种的全树生物量，单位：吨；

CF_i ——i树种的含碳率，无量纲；

m——样地内乔木层i树种的株数；

n——样地内乔木层树种数；

a——样地面积，单位：公顷；

V——乔木单株材积，单位：立方米；

BEF——生物量扩展系数，用于将树木树干生物量转化为林木地上生物量，无量纲；

R——树木根茎比，即地下生物量/地上生物量之比，无量纲；

SVD——木材基本密度，单位：吨/立方米。

A——林分面积，单位：公顷；

$W_{\text{灌}}$ ——单位面积灌木层（包括竹林）生物量，单位：吨/公顷；

$CF_{\text{灌}}$ ——灌木层（包括竹林）含碳率，无量纲；

表9 灌木林、竹林单位面积生物量及含碳率

植被类型		单位面积生物量(吨/公顷)	含碳率
灌木林		25.86	0.465
竹林	毛竹	79.57	0.4705
	杂竹	74.26	

注：数据来源于湖北省《森林碳汇计量监测技术规范》。

表10 湖北省主要乔木树种（组）碳储量计算参数表

优势树种(组)	生物量拓展因子BEF	基本木材密度SVD	根茎比R	含碳率CF
马尾松	1.294	0.4482	0.173	0.5271
湿地松	1.378	0.359	0.268	0.5311
其它松类	1.341	0.4649	0.181	0.4963
杉木	1.299	0.3071	0.203	0.5127
柳杉	1.271	0.2893	0.268	0.5331
水杉	1.363	0.274	0.351	0.5083
池杉	1.358	0.37	0.3133	0.5156
柏木	1.458	0.4722	0.219	0.5088
栎类	1.288	0.6119	0.289	0.4798
枫香	1.286	0.486	0.3370	0.4803
桦木	1.421	0.527	0.253	0.4914
樟木	1.249	0.4649	0.258	0.4916
榆树	1.3683	0.4868	0.2504	0.4803
其它硬阔类	1.385	0.6062	0.241	0.4901
杨树	1.394	0.3644	0.185	0.4502
柳树	1.394	0.4409	0.185	0.4803
泡桐	1.787	0.2367	0.236	0.4695
其它软阔类	1.273	0.4222	0.215	0.4502
针叶混	1.3646	0.3902	0.2086	0.5168
阔叶混	1.2815	0.5222	0.2351	0.4796
针阔混	1.323	0.4754	0.221	0.4893

注：数据来源于湖北省《森林碳汇计量监测技术规范》。

11.2.3 释氧价值 (D)

根据光合作用化学方程式可知，植物每生产吸收 1molCO_2 ，就会释放

1molO₂, 森林生态系统释氧量可根据固碳量计算获取, 释氧价值按公式(9)、(10)计算:

$$Q_{op} = \frac{M_{O_2}}{M_{CO_2}} \times Q_{CO_2} \dots\dots\dots (9)$$

$$V_{op} = Q_{OP} \times C_o \dots\dots\dots (10)$$

式中:

Q_{CO_2} ——森林生态系统固碳量, 吨 CO₂/年

Q_{op} ——森林减少的释氧量, 吨 O₂/年;

$\frac{M_{O_2}}{M_{CO_2}}$ ——CO₂转化为O₂的系数, 数值为32/44;

V_{op} ——受损害的森林释氧减少价值, 元/年;

C_o ——医疗制氧价格, 元/吨(宜昌参考2000元/吨)

11.2.4 温度调节能量消耗价值 (E)

温度调节能量消耗价值, 按公式(11)计算:

$$VT = \Delta T \times \sigma \times D \times A \times H \times 2.778 \times 10^{-7} \times \frac{pe}{r} \dots\dots\dots (11)$$

式中:

VT——生态系统微气候调节价值, 单位: 元/年;

ΔT ——森林内外温差, 单位: °C, 表征森林对周边空气温度的调节作用, 一般在夏季开展, 选取气温超过 26°C 的日期进行监测, 监测时间持续 3—5 天, 从上午 10 点至下午 3 点, 每隔 1 小时测量森林内外气温, 取温差平均值;

σ ——空气容积热容量, 取值1256焦耳/立方米. 摄氏度;

A——所评估的森林面积, 单位: 公顷;

H——森林平均海拔高度, 单位: 米;

D——年内气温超过26°C的天数, 单位: 天;

常数 2.778×10^{-7} —能量与电量转换系数；

p_e ——当地生活消费电价，单位：元/千瓦时，从当地供电部门调查获得；

r ——空调能效比（取均值1.6）

11.2.5 固土价值 (F)

固土价值，按公式(12)计算，土壤侵蚀模数取值参考表11。

$$U_{\text{固}} = A \times (x_2 - x_1) \times \frac{C_{\pm}}{\rho} \dots\dots\dots (12)$$

式中：

$U_{\text{固}}$ ——林分年固土价值，单位：元/年；

A ——所评估的森林面积，单位：公顷；

X_2 ——非林地土壤侵蚀模数，单位：吨/公顷；

X_1 ——林地土壤侵蚀模数，单位：吨/公顷；

ρ ——土壤容重，实测对照样地取样取平均值，单位：吨/立方米；

C_{\pm} ——挖取运输单位体积土方所需费用，从湖北省劳动部门调查数据取值为 37.5 元/立方米。

表11 土壤侵蚀模数取值参考

类型	损害后的土壤侵蚀模数	类型	损害前的土壤侵蚀模数
轻度侵蚀区域	3000t/(km ² .a)	覆盖度高的林地	400t/(km ² .a)
重度侵蚀区域	8000t/(km ² .a)	覆盖度低的林地	3000t/(km ² .a)
		灌木林地	4000t/(km ² .a)

固土价值评估需要土壤取样检测土壤容重，检测记录见附录E。

11.2.6 保持土壤营养物质价值 (G)

保持土壤营养物质价值，按公式(13)和(14)计算：

$$G_{N、P、K、M} = A \times (N、P、K、M) \times (x_2 - x_1) \dots\dots\dots (13)$$

$$U_{\text{肥}} = G_N \times \frac{C_1}{R_1} + G_P \times \frac{C_1}{R_2} + G_K \times \frac{C_2}{R_3} + G_M \times C \dots\dots\dots (14)$$

公式(6)中:

N、P、K、M——实测林分土壤中的氮、磷、钾、有机质含量，单位：百分号；

A——所评估的森林面积，单位：公顷；

x_2 ——损害后的土壤侵蚀模数，单位：吨/公顷，取值参照 11；

x_1 ——损害前的土壤侵蚀模数，单位：吨/公顷，取值参照 11；

公式(7)中:

U——年保肥价值，单位：元/年；

G_N ——氮流失量，单位：吨/年；

C_1 ——磷酸二铵化肥价格，从中国农业部农业信息网获取参考取值 2400 元/吨；

R_1 ——磷酸二铵化肥含氮量，从湖北省常见化肥产品说明中参考取值 14%；

G_P ——磷流失量，单位：吨/年；

R_2 ——磷酸二铵化肥含磷量，从湖北省常见化肥产品说明中参考取值 15.01%；

G_K ——钾流失量，单位：吨/年；

C_2 ——氯化钾化肥价格，从中国农业部农业信息网获取参考取值 2200 元/吨；

R_3 ——氯化钾化肥含钾量，从湖北省常见化肥产品说明中参考取值 50%；

G_M ——有机质流失量，单位：吨/年；

C_3 ——有机质价格，取值 800 元/吨(2019 年农业农村部农业信息网)

保持土壤营养物质价值评估需要土壤取样检测土壤氮、磷、钾及有机质含量，检测记录见附录E，土壤取样方法参照附录H。

11.2.7 物种保育价值 (H)

物种保育价值，按公式(15)计算，物种濒危指数见表12，物种特有种指数见表13，古树年龄指数见表14。

$$V_{\text{biop}} = (1 + \sum_{m=1}^x E_m \times 0.1 + \sum_{n=1}^y B_n \times 0.1 + \sum_{r=1}^z O_r \times 0.1) \times S \times S_c \dots (15)$$

式中：

V_{biop} ——物种保育价值，单位：元/年；

E_m ——物种 m 的珍稀濒危指数；

B_n ——物种 n 的特有种指数；

O_r ——物种 r 的古树年龄指数；

x ——计算珍稀濒危物种数量；

y ——计算特有种物种数量；

z ——计算古树物种数量；

S ——栖息地面积，单位：公顷；

S_c ——栖息地单位面积保育成本，单位：元/公顷。通过调查获得当地或其他地方具有类似物种栖息地的单位面积保育成本，包括建设折旧费与每年运行维护费用。

表 12 物种濒危指数 m

濒危等级	濒危指数	物种种类
近危	1	参见《中国物种红色名录》第一卷， 红色名录
易危	2	
濒危	3	

极危	4	
----	---	--

注：数据来源于《生态环境损害鉴定评估技术指南（试行）》。

表 13 物种特有种指数 n

特有种指数	分布范围
0	世界广泛分布的分类群
1	至少在两个大陆都有分布的分类群
2	仅限于某个大陆分布的分类群
3	仅限于某些较大的自然地理环境下分布的分类群、
4	仅限于范围不大的山峰或特殊自然地理环境下分布的分类群

注：数据来源于《生态环境损害鉴定评估技术指南（试行）》。

表 14 古树年龄指数 r

古树年龄	指数等级	来源依据
100-299 年	1	参见全国绿化委员会、国家林业局文件《关于开展古树名木普查建档工作的通知》
300-499 年	2	
≥500 年	3	

注：数据来源于《生态环境损害鉴定评估技术指南（试行）》。

11.2.8 野生动物生态环境损害价值（I）

野生动物生态环境损害价值，以《野生动物及其制品价值评估方法》中的《陆生野生动物基准价值目录》为评估基准价值依据，按公式(16)计算，野生动物生态服务功能调节系数见表15。

$$V_W = \sum_i \sum_{t=0}^n V_{wdi} \times (1 + \delta_{wi}) \dots\dots\dots (16)$$

式中：

V_W ——野生动物生态环境损害价值，单位：元；

V_{wd} ——野生动物资源损害价值，单位：元，用对应的基准价值×损害数量；

δ_w ——野生动物生态服务功能调节系数；

i ——物种类型；

$t=0$ ——损害起始年；

$t=n$ ——损害终止年，评估期为损害发生年至贴现系数近似为零的年份之间的持续时间。

表15 野生动物生态服务功能调节系数

类别	系数
国家一级重点保护物种	5
国家二级重点保护物种	2
非国家重点保护物种但有重要价值	1
其他野生动物	0

注：数据来源于《生态环境损害鉴定评估技术指南（试行）》。

野生动物调查记录表见附录G。

11.2.9 古树名木损害价值（J）

11.2.9.1 损害程度界定

全部受损的界定：

- (1)树干皮层损伤部分超过树干周长 50%的；
- (2)受伤根系超过全部根系 50%以上的；
- (3)主枝损伤部分超过树冠 50%以上的；
- (4)死亡的。

符合上述情形之一即界定为古树名木全部受损，价值降低比例为 1。

局部受损的界定：

发生在古树名木根部、树干和树冠主枝的局部损伤，界定为古树名木局部受损。

古树名木价值降低的比例根据局部损伤的程度确定。局部损伤价值的降低比例之和最高为 100%，古树名木局部损伤程度与价值降低比例对照见表 16。

表 16 古树名木局部损伤程度与价值降低比例对照表

受损树干皮层占树干周长的百分数(%)	价值降低比例(%)	受损根系占全部根系的百分数(%)	价值降低比例(%)	主枝损伤占树冠的百分数(%)	价值降低比例(%)
20 以下	20	20 以下	20	20 以下	20
21-30	40	21-30	40	21-30	40
31-40	80	31-40	80	31-40	80
41-50	90	41-50	90	41-50	90
50 以上	100	50 以上	100	50 以上	100

注：数据来源于《生态环境损害鉴定评估技术指南（试行）》。

11.2.9.2 损害价值计算

古树名木损害价值，按公式(17)计算，生长势评分分级标准见表17，保护级别调整系数见表18，树龄调整系数见表19，生长场所调整系数见表20。

$$M = K_i \times A \times (1 + a + b + c + d) \dots\dots\dots (17)$$

式中：

M——古树名木损害价值；

K_i ——价值降低比例（全部受损与局部受损的比值）；

A——古树名木的基本价值（同类主要规格苗木胸径处横截面积的每平方厘米单价乘以古树名木胸径或地径处的横截面积）；

a——生长势调整系数；

b——树木保护级别调整系数（国家一级保护的古树名木调整系数为3、

二级为2；国家一级保护的濒危、珍贵树种系数再加2，国家二级保护的濒危、珍贵树种系数再加1）；

c——树龄调整系数（以100年为一个级距，评估对象的树龄在100—199之间的则分值为1，以此类推；名木取值5）；

d——树木生长场所调整系数。

表 17 生长势评分分级标准

指标	评分标准				分级标准
枝干破损度	枝、干完好 计 30 分	枝、干有 轻微损伤 计 20 分	枝、干有较严重损伤， 或中空比例 <30% 计 10 分	枝、干严重损伤， 或中空比例≥30% 计 5 分	良好 (总分≥90)
枯梢	枯梢数量 <5% 计 30 分	5%≤枯梢 数量<10% 计 20 分	10%≤枯梢数量 <20% 计 10 分	枯梢数量≥20% 计 5 分	一般 (70<总分<90)
叶色	叶色表现 基本正常 计 20 分	黄叶量<20% 计 15 分	20%≤黄叶量<40% 计 10 分	黄叶量≥40% 计 5 分	较差 (50<总分≤70)
病虫害	枝干没有病虫害， 叶片生长正常 计 20 分	枝干无虫害， 出现病虫害的 叶片<10% 计 15 分	枝干出现病虫害， 10%≤出现病虫害 的叶片<30% 计 10 分	枝干出现病虫害， 出现病虫害的叶 片≥30% 计 5 分	差 (总分≤50)

注：数据来源于《生态环境损害鉴定评估技术指南（试行）》。

根据古树名木受损前生长势分级标准进行价值调整。

受损害前分级标准为良好的古树名木调整系数为 1；

受损害前分级标准为一般的古树名木调整系数为 0.8；

受损害前分级标准为较差的古树名木调整系数为 0.6；

受损害前分级标准为差的古树名木调整系数为 0.2。

表 18 保护级别调整系数

保护级别	系数
国家一级保护的古树名木	3

国家一级保护的濒危、珍贵古树名木	5
国家二级保护的古树名木	2
国家二级保护的濒危、珍贵古树名木	3

注：数据来源于《生态环境损害鉴定评估技术指南（试行）》。

表 19 树龄调整系数

类别	树龄	系数
古树	100 年/级距	+1
名木	/	5

注：数据来源于《生态环境损害鉴定评估技术指南（试行）》。

表 20 生长场所调整系数

生长所处	系数
远郊野外	1.5
乡村街道	2
区县城区	3
市区范围	4
自然保护地、风景名胜区、森林公园、 历史文化街区、历史名园	5

注：数据来源于《生态环境损害鉴定评估技术指南（试行）》。

古树名木损害调查记录见附录F。

附录 A

(资料性附录)

A.1 森林生态环境损害价值评估主要信息

(可恢复)

1 评估事项

2 地理位置

县(市/区): _____ 乡镇(街办): _____ 村(居委会): _____

中心坐标 X: _____ Y: _____

3 行为人

4 统一社会信用代码/个人身份证号

5 破坏森林资源案件生态修复费用测算通知书 有 无

6 破坏森林资源案件生态修复费用测算委托书 有 无

7 破坏森林资源案件生态修复费用测算意见书 有 无

8 第三方调查报告 有 无

9 森林生态恢复费

损害面积: _____公顷

损害程度: _____%

恢复费用: _____元

附录 A

(资料性附录)

A. 2 森林生态环境损害价值评估主要信息

(不可恢复)

1 评估事项

2 地理位置

县(市/区): _____ 乡镇(街办): _____ 村(居委会): _____

中心坐标 X: _____ Y: _____

3 行为人

4 统一社会信用代码/个人身份证号

5 破坏森林资源案件生态环境服务功能损失测算通知书 有 无

6 破坏森林资源案件生态环境服务功能损失测算委托书 有 无

7 破坏森林资源案件生态环境服务功能损失测算意见书 有 无

8 第三方调查报告 有 无

9 涉及指标类别

调节水量 固土 保持土壤营养物质

固碳 释氧 温度调节能量消耗

物种保育 野生动物损害 古树名木损害

10 森林生态环境损害价值

损害面积: _____ 公顷

损害程度: _____ %

恢复费用: _____ 元

附录 B

(资料性附录)

B.1 森林生态环境损害简易调查记录表

(损害面积 ≤ 1 亩)

地点:						
损害原因:						
受损时间:						
中心坐标:				海拔:		
坡度:		坡位:		坡向:		
受损森林面积:		受损林木数量:		树种类型:		
受损蓄积:		受损程度:		林地类别:		
森林类别:		优势树种:		郁闭度:		
平均胸径:		平均树高:		单位蓄积:		
灌木层平均高度:		灌木层盖度:		草本层盖度:		
林内温度:		林外温度:		林内外温差:		
土壤现状: 流失 <input type="checkbox"/> 变色 <input type="checkbox"/> 干裂 <input type="checkbox"/> 取样检测 <input type="checkbox"/> 其它_____						
受损林木检尺记录						
伐桩编号	树种	龄组/产期	根径 (cm)	受损程度	材积 (m ³)	备注
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
.....						

调查人员:

调查时间:

年 月 日

附录 C

(资料性附录)

C.1 对照样方调查记录表

(损害面积 > 1 亩)

样方编号:

地点:						
中心坐标:				海拔: m		
样方面积:		株数:		龄组/产期:		
地类:		土壤类型:		样方蓄积:		
坡度:		坡位:		坡向:		
土壤类型:		林木起源:		林分类型:		
森林类别:		优势树种:		郁闭度:		
平均胸径:		平均树高:		单位蓄积:		
林内温度:		林外温度:		林内外温差:		
每木检尺记录						
样木编号	树种	林木类型	胸径 (cm)	树高 (m)	材积 (m ³)	备注
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
.....						

调查人员:

调查时间: 年 月 日

附录 D

(资料性附录)

D.1 林分因子调查记录汇总表

调查日期		调查人员			
受损森林面积 (公顷)		历史单位蓄积 (立方米)			
森林类别		林木起源			
林分类型		涉及森林督查 图斑号			
平均胸径		龄组/产期			
平均树高		单位蓄积			
调查因子	对照样方编号				
	1	2	3		
起源					
森林类别					
优势树种					
龄组/产期					
平均胸径 (厘米)					
平均树高 (米)					
样方面积 (立方米)					
样方蓄积 (立方米)					
其他事项:					

附录 E

(资料性附录)

E.1 土壤取样检测记录表

损害事由: _____ 样本编号: _____ 检测操作: _____
 检测记录: _____ 审核确认: _____ 检测日期: _____

一、检测准备					
检测事项: 土壤容重、氮磷钾、有机质含量 检测材料: 土壤样品、土壤检测仪					
二、检测过程					
检测步骤: 参照土壤检测具体操作规程。 检测结果: 综上基线取值氮含量____、磷含量____、钾含量____、有机质含量____、土壤容重____。					
三、检测记录					
组别 检测项目	土壤容重 (g/cm ³)	含氮量 (%)	含磷量 (%)	含钾量 (%)	有机质含量 (%)
共 组, 第 组					
共 组, 第 组					
共 组, 第 组					
共 组, 第 组					
共 组, 第 组					
共 组, 第 组					
均值统计					

附 录 F
(资料性附录)

F.1 古树名木调查记录表

中文名		俗名	
拉丁名		科	属
地理位置： 县（市、区） 乡镇（街道） 村（居委会） 组			
权属	国有	集体	个人 其他
经度		纬度	
海拔	米	坡向	坡度
树高	米	土壤类型	
胸径	地径	土层厚度	
胸围	地围		
冠幅（东西）		冠幅（南北）	平均冠幅 米
树木年龄		生长势等级	
备注			

附录 H (资料性附录)

H.1 土壤取样方法

样地土壤取样标准：在样地两条对角线两端各取一个点加中心点共计 5 个点作为取样地点。

环刀测土壤容重方法：

土壤容重检测

1 所用器材

洛阳铲、环刀、塑料袋、标签、烘干箱、电子天平

2 土壤采样

2.1 选定具代表性测定点，挖取土壤剖面。

2.2 按剖面发生层或机械分层，用环刀取土样，注意保持环刀内土壤结构不被破坏，环刀内不要有石块或粗根侵入，过于紧实土壤，垫上木板轻轻打入，每层不少于三个重复。

2.3 取出环刀，用前刀切去环刀两端多余土样，使环刀内土壤体积与环刀容积相等。

2.4 将环刀两端用盖子盖好，分放塑料袋内，写好标签，带回备用。

3 室内检测

3.1 将充满土样的环刀，放入烘干箱中 105℃（±2℃）烘至恒重。

3.2 称重。

4 结果计算

公式解读：土壤容重（ ρ ；g/cm³）=[烘干后环刀和干土壤总重量（W_{环+W 土}；g）-环刀重量（W_环；g）]/环刀容积（V；cm³）。

5 额外变量

环刀内土样若含石砾较多，用排水法测量石砾所占体积和重量，计算时，用环刀体积减去石砾体积、环刀+干土重-石砾重量。

附录 I (资料性附录)

1.1 森林生态环境损害调查评估报告编制提纲

1 概述

1.1 事件基本情形

从损害过失责任主体、损害事由、规模、起止时间、起因经过、已采取的生态恢复措施等方面，简述森林生态环境损害案情基本情形。

1.2 区域基本情形

简述损害区域生态环境、社会经济状况。

1.3 调查评估情形

说明调查评估工作开展情形，包括调查评估的目标、依据、范围、内容，以及工作流程。

2 森林生态环境损害调查确认

2.1 确定调查对象与范围

根据损害区域卫星影像叠加森林督查对应图斑矢量，确定调查范围，利用测量仪器现场定位，确定损害地块经纬坐标。通过森林资源历史数据比对，明确是否设置对照样方辅助确认基线。

2.2 调查指标

明确林分、生态调查因子及森林生态环境损害调查指标。

2.3 林分因子调查

根据损害地块大小、损害事由类型，确认调查方法，简述林分因子调查结果。

2.4 生态因子调查

简述生态因子现场调查情形、土壤取样检测结果。

2.5 森林生态损害调查

说明损害价值评估涉及到的各项取值和相关市场单价调查结果。

2.6 调查基线

通过分析检测确定涉及的各个森林生态系统服务功能损害价值指标基线值。

2.7 损害确认

根据现场调查确认损害程度，明确是否具备林木可恢复的现状条件。

3 生态环境损害量化与恢复

3.1 损害量化

根据公式，从森林面积、受损林木、森林蓄积、土壤侵蚀、土壤养分流失、森林固碳释氧等方面量化损害程度。

3.2 恢复方案

根据现场调查，确认采取的有效生态恢复情形。

4 生态环境损害价值量化

根据调查检测数据代入公式，评估计算各项损害价值。

5 调查评估结论

从损害存在性、生态破坏因果关系和环境污染因果关系、损害范围与程度、恢复合规性以及不确定性，综合评估调查结论。

参考文献

- [1] 《森林生态系统物种多样性保育价值评估方法》（王兵 宋庆丰，北京林业大学学报，2012）
- [2] 《基于森林生态连清体系的中国森林生态系统服务特征分析》（师贺雄 王兵 牛香，北京林业大学学报，2016）
- [3] 《〈生态环境损害鉴定评估技术指南森林(试行)〉关键方法解读》（郭培培 於方，中国环境科学，2023）
- [4] 《湖北林业生态服务价值》（张维 潘磊 刘学全，中国地质大学出版社，2024）
-