

生态环境部 国家林业和草原局 文件

环法规〔2022〕48号

关于印发《生态环境损害鉴定评估 技术指南 森林（试行）》的通知

各省、自治区、直辖市生态环境厅（局）、林业和草原主管部门，新疆生产建设兵团生态环境局、林业和草原局：

为进一步完善生态环境损害鉴定评估技术体系，规范涉及森林的生态环境损害鉴定评估工作，生态环境部会同国家林业和草原局组织制定了《生态环境损害鉴定评估技术指南 森林（试行）》，现予印发。



2022年7月25日

（此件社会公开）

生态环境损害鉴定评估技术指南

森林（试行）

Technical guideline for identification and assessment of
environmental damage: Forest (trial)

生态环境部
国家林业和草原局
2022 年 7 月

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 工作方案制定.....	4
6 森林生态环境损害调查与确认.....	4
7 森林生态环境损害因果关系分析.....	8
8 森林生态环境损害实物量化.....	8
9 森林生态环境损害价值量化.....	10
10 鉴定评估报告编制.....	12
11 森林生态环境恢复效果评估.....	13
附录 A（资料性附录）鉴定评估报告编制要求.....	15
附录 B（资料性附录）森林动植物资源调查表.....	17
附录 C（资料性附录）森林生态服务功能损害评估方法.....	19
附录 D（资料性附录）古树名木损害价值评估方法.....	30
附录 E（资料性附录）生态环境损害简易调查评估表.....	33
附录 F（资料性附录）森林相关术语.....	34

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》《中华人民共和国森林法》《中华人民共和国野生动物保护法》和《生态环境损害赔偿制度改革方案》，保护森林生态环境，保障公众健康，规范涉及森林生态环境损害鉴定评估工作，制定本技术文件。

本技术文件规定了森林生态环境损害鉴定评估内容、程序和技术要求。

本技术文件的附录 A~附录 F 为资料性附录。

本技术文件为首次发布。

本技术文件由生态环境部会同国家林业和草原局组织制定。

本技术文件起草单位：生态环境部环境规划院、北京林业大学、国家林业和草原局调查规划设计院、中国林业科学研究院、中国科学院生态环境研究中心。

本技术文件自发布之日起实施。本技术文件实施之前发生的森林生态环境损害的鉴定评估继续参照现有标准和技术文件开展，损害持续至本技术文件实施之后的除外。

本技术文件由生态环境部会同国家林业和草原局解释。

生态环境损害鉴定评估技术指南 森林（试行）

1 适用范围

本技术文件规定了涉及森林生态环境损害鉴定评估的内容、工作程序、方法和技术要求。

本技术文件适用于因破坏生态或污染环境行为导致的森林生态环境损害鉴定评估。

本技术文件不适用于核与辐射事故导致的森林生态环境损害鉴定评估，不适用于森林资源资产评估。

2 规范性引用文件

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

GB 6000 主要造林树种苗木质量分级

GB/T 15776 造林技术规程

GB/T 15781 森林抚育规程

GB/T 18337.3 生态公益林建设技术规程

GB/T 26424 森林资源规划设计调查技术规程

GB/T 38360 裸露坡面植被恢复技术规范

GB/T 38582 森林生态系统服务功能评估规范

GB/T 38590 森林资源连续清查技术规程

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 50885 水源涵养林工程设计规范

GB/T 51097 水土保持林工程设计规范

GB/T 51085 防风固沙林工程设计规范

GA/T 1686 法庭科学 现场伐根测量方法

HJ 710.1 生物多样性观测技术导则 陆生维管植物

HJ 710.3 生物多样性观测技术导则 陆生哺乳动物

HJ 710.4 生物多样性观测技术导则 鸟类

HJ 710.5 生物多样性观测技术导则 爬行动物

HJ 710.10 生物多样性观测技术导则 大中型土壤动物

HJ/T 166 土壤环境监测技术规范

LY/T 2011 林业主要有害生物调查总则

LY/T 2241 森林生态系统生物多样性监测与评估规范

LY/T 2242 自然保护区建设项目生物多样性影响评价技术规范

LY/T 2407 森林资源资产评估技术规范

TD/T 1036 土地复垦质量控制标准

DB11 T478 古树名木评价标准

防护林造林工程投资估算指标（林规发〔2016〕58号）
野生动物及其制品价值评估方法（国家林业局令 第46号）

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本技术文件。

3.1

森林生态环境损害 forest environmental damage

由于破坏生态、污染环境行为造成森林生态系统结构、功能与演替等过程的不利改变，以及森林生态系统服务的降低或丧失。

3.2

森林生态环境损害事件 forest environmental damage incidents

由于乱砍滥伐、毁林开垦、非法采矿及采砂采土、违规工程建设、违法采挖移植、有害生物损害、人为火灾、违规旅游开发等生态破坏行为或污染物排放倾倒等环境污染行为，造成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丧失的事件。

4 工作程序

森林生态环境损害鉴定评估采用 GB/T 39791.1 确定的工作程序开展，鉴定评估程序见图 1。具体内容如下：

a) 工作方案制定

掌握森林生态环境损害的基本情况和主要特征，确定生态环境损害鉴定评估的内容、范围和方法，查阅所在区域的主要植被和生物状况背景资料，编制鉴定评估工作方案。

b) 损害调查确认

开展森林基本状况调查，主要对物种与生态服务功能进行调查，确定物种组成与主要服务功能的基线水平，判断森林植被与其他生物的种类、数量、结构以及服务功能是否受到损害。

c) 因果关系分析

分析生态破坏、环境污染行为与森林生态环境损害之间是否存在因果关系。

d) 森林生态环境损害实物量化

筛选确定森林生态环境损害的评估指标，对比评估指标现状与基线，确定生态环境损害的范围和程度，计算生态环境损害实物量。确定恢复目标，制定基本恢复方案，基于等值分析原则，量化期间损害，制定补偿性恢复方案。

e) 森林生态环境损害价值量化

基于等值分析原则，编制并比选森林生态环境恢复方案，计算恢复费用；不能恢复的，根据实地调查情况，采用适用的生态服务价值量化方法计算森林生态环境损害数额。

f) 生态环境损害鉴定评估报告编制

编制森林生态环境损害鉴定评估报告书，根据需要建立鉴定评估工作档案。

g) 生态环境恢复效果评估

定期跟踪森林生态环境的恢复情况，全面评估恢复效果是否达到预期目标；对于未达到预期目标的，应分析原因并进一步采取相应措施，直至达到预期目标。

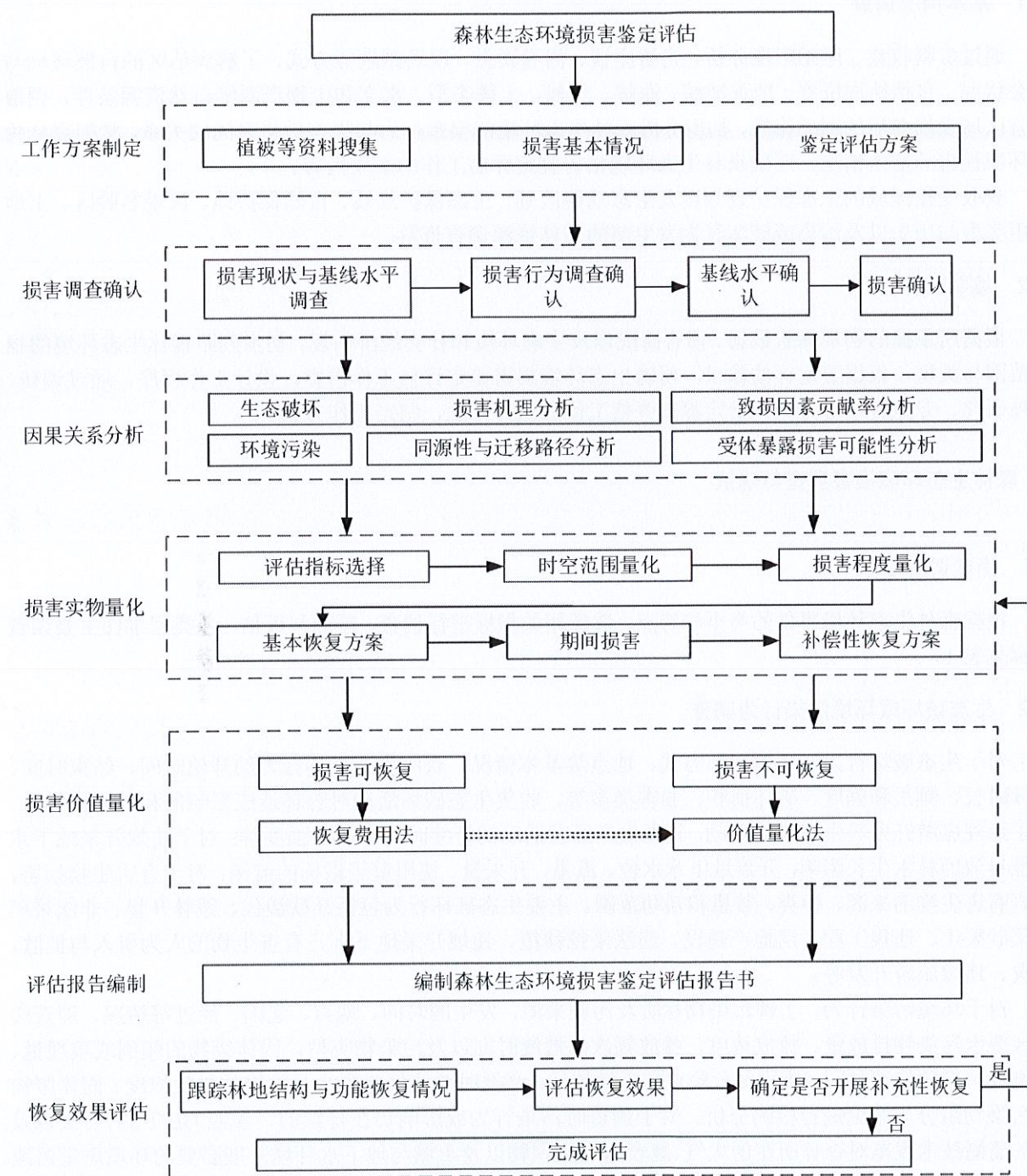


图 1 鉴定评估程序

5 工作方案制定

5.1 基本情况调查

通过资料收集、遥感影像分析、走访座谈、问卷调查、现场踏勘等方式，了解评估区的自然环境与社会状况，包括地理位置、地形地貌、海拔、气候、土壤类型、水文和生物资源等自然资源条件，调取损害区域受损前后的遥感影像，初步分析森林生态环境的损害行为与损害后果之间的关系，掌握森林生态环境损害的基本情况，明确森林生态环境损害鉴定评估工作的主要内容。

获取受损区域的生态保护规划以及生态功能区划、生态保护红线、自然保护地、风景名胜区、土地利用类型与历史以及污染或破坏行为发生前的森林资源调查资料。

5.2 编制工作方案

根据所掌握的初步调查数据、损害情况以及生态环境和社会经济信息，初步判断森林生态环境的损害范围与类型，根据鉴定评估需求，明确生态环境损害鉴定评估工作内容，设计工作程序，通过调研、专项研究、专家咨询等方式，确定鉴定评估工作的具体方法，制定工作方案。

6 森林生态环境损害调查与确认

6.1 确定调查指标

根据森林生态环境事件的类型与特点，选择相关指标进行调查、监测与评估，各类型事件主要调查指标见表 1。

6.2 生态破坏或环境污染行为调查

对于生态破坏行为，了解破坏方式、地点等基本情况，查明生态破坏行为的开始时间、结束时间、持续时长、频次和强度、破坏面积、损害类型等，收集生态破坏活动对森林造成影响的相关证据材料。对于违规旅游开发等生产经营活动，调查生产经营活动的持续时间和活动强度等；对于违规开采地下水可能导致的林木生长影响，开展地下水水位、流量、开采量、使用量等指标的监测；对于有害生物损害，调查有害生物的来源、种类、数量和活动范围。主要生态破坏行为包括乱砍滥伐、毁林开垦、非法采矿及采砂采土、违规工程与房地产建设、违法采挖移植、违规开采地下水、有害生物的人为引入与扩散、火灾、违规旅游开发等。

对于环境污染行为，了解污染物性质及污染来源，发生的时间、地点、起因、经过等情况，调查废气或废水污染物排放量、排放浓度、排放频次与持续时间以及污染物类型，固体废物的倾倒或填埋量、倾倒或填埋的持续时间、废物的危险或有毒等特性，必要时对废气或废水污染物的排放浓度、固体废物的污染物组分与浓度进行检测分析。对于调查时污染行为或影响仍在持续的，参照 GB/T 39791.2 以及相关监测技术规范对森林所在的大气、地表水与沉积物以及土壤与地下水环境开展必要的环境质量监测，明确污染物组成与含量。常见环境污染行为包括在森林及其周边违规排放废气或废水、倾倒填埋固体废物、尾矿泄漏等。

表 1 不同类型森林生态环境事件调查推荐指标

森林结构				生态服务功能								环境质量								
事件类型	面积	物种组成	数量	生长情况相关指标	土壤		产品供给	支持		调节服务					文化服务	排放/倾量	污染物浓度			
					面积/体积	理化性质		生物多样性维持	栖息地面积	水源涵养服务量参数	土壤保持服务量参数	防风固沙服务量参数	气候调节服务量参数	固碳释氧			休闲娱乐频次	景观	环境介质中	生物体内
生态破坏事件	采伐毁林	++	++	++	+	+	+	++	++	+	+	+	+	+	+					
	非法采矿及采砂采土	++	++	++	++	++	+	++	++	+	+	+	+	+						
	经营性损害	++	++	++	+	+	+	++	++											
	违规工程建设	++	++	++	++	++	+	++	++	+	+	+	+	+						
	有害生物损害	++	++	++			+	++	++	+	+	+	+	+						
	火灾	++	++	++			+	++	++	+	+	+	+	+	+					
环境污染事件	盗猎盗捕		++	++																
	违规开采地下水	++	++	++	+	+	+	++	++	+	+	+	+	+						
	污染物排放	++	++	++	++	++	+	++	++	+	+	+	+	+	++	++	+			
	固废倾倒	++	++	++	++	++	+	++	++	+	+	+	+	+	++	++	+			
	尾矿泄露	++	++	++	++	++	+	++	++	+	+	+	+	+	++	++	+			

注：+表示建议调查，++表示建议重点调查；生态服务功能调查指标参照附录C各服务计算所需参数。

注：+表示建议调查，++表示建议重点调查；生态服务功能调查指标参照附录 C 各服务计算所需参数。

6.3 森林调查

森林生态环境损害的主要调查内容和指标包括：

- a) 受损区域和对照区域植被调查：包括植被特征、类型、损害面积、范围和程度。其中，乔木主要调查物种、数量（株数）、株高、胸径、密度、郁闭度、蓄积量等，灌木主要调查物种、株数或丛数、密度、高度、覆盖度等，草本主要调查物种、高度、密度、覆盖度等，参照附录 B 的表 B.1 和表 B.3，乔木和灌木调查可参照 GB/T 26424；
- b) 受损区域和对照区域野生动物调查：包括物种、数量、成（幼）体、密度及分布情况。搜集所在区域的珍稀动物物种及其他主要生物资源的分布状况，包括动物名录、种群特征与分布，重点保护动物名录、种群特征、分布与栖息地状况等，参照附录 B 的表 B.2；
- c) 土壤调查：涉及到土壤破坏的，应根据实际情况，调查土壤类型、土壤层厚度，土壤理化性质与养分元素含量，如土壤 pH、有机碳含量、土壤氮、磷、钾含量等指标，土壤动物的类群、数量、生物量等，主要土壤微生物类群、数量等指标；
- d) 森林生态服务功能调查评估：获取评估区森林的历史、现状和规划信息，查明森林生态环境损害发生前、损害期间、恢复期间评估区域的主要生态服务功能。根据生态服务功能损害类型，按照附录 C 开展必要的参数调查。

对于面积等于或小于 0.667 hm^2 、郁闭度未达到 0.2 及以上的小规模林地，可以开展简易调查评估，主要调查受损区域和对照区域林木的类型、受损林木数量（或密度和面积）、受损程度、林木资源价值等，参见附录 B 的表 B.3 和附录 E 的表 E.1 开展简易调查。

对于环境污染行为导致的森林生态环境损害，除上述调查内容以外，还包括林地及林下植物死亡，以及叶片、树干、根系组织的受损状况与表现症状，确定植被或树木受损害的程度，以百分比表示。

6.4 调查方法

6.4.1 植物调查

利用遥感影像、航拍照片、地形图、森林资源调查数据等资料结合野外勘察，调查植被类型、面积及分布情况。

参考 GB/T 26424、HJ 710.1、LY/T 2241 开展调查区域的植物样方调查，样地应选择能够反映当地植被特征（群落组成和结构特征）的典型植被群落。一般采用随机取样法，样方数量的设定以能反映群落基本特征情况为准。其中，乔木样方大小为 $20 \text{ m} \times 20 \text{ m}$ ，灌木样方大小为 $5 \text{ m} \times 5 \text{ m}$ ，草本样方大小为 $1 \text{ m} \times 1 \text{ m}$ 。根据实际情况确定合理的样方数量（一般不少于 5 个），保证样方大小和数量能反映总体植物群落的空间结构特征。记录样方经纬度、海拔、坡度等样地信息。对于采伐毁林的单株乔木伐根测量方法与要求，可以参照 GA/T 1686。

对于污染导致的植被受损，可以采用专家咨询法确定林木或植被受损害的程度。

6.4.2 森林野生动物调查

对于有野生动物栖息的森林，需要开展野生动物及栖息地受损情况调查并填写附录 B 的表 B.2，调查对象包括哺乳动物、大中型土壤动物、爬行动物、鸟类等，调查方法包括总体计数法、样方法、样线法、样点法等，具体方法和步骤参照 HJ 710.3、HJ 710.10、HJ 710.5、HJ 710.4、LY/T 2241 执行。可采用高分辨率遥感影像或红外相机等观测技术辅助调查野生动物分布情况。对于具有迁徙性或周期性特点的动物，应根据观测目标和观测区域野生动物的繁殖、迁徙及其出现的季节规律等确定调查时间。

6.4.3 土壤调查

参照 HJ/T 166 开展土壤调查，具体调查指标见附录 C。参照 HJ 710.10 开展土壤动物调查。

6.4.4 森林功能用途与成本价值信息调查

通过查阅生态保护红线、生态功能区划、土地利用类型或国土空间规划等资料获取森林功能用途；通过开展景观调查、社会经济调查获得木材、林副产品、景观旅游收入与运营成本、自然保护区维护成本等相关经济价值与维护成本等信息，其中，社会经济调查参考 LY/T 2242、LY/T 2407 以及相关文献书籍，查阅相关统计数据或开展问卷调查，获取森林的产品供给、休闲娱乐、涵养水源、土壤保持等功能的经济价值、维护成本、经济产出等信息。

6.4.5 有害生物调查

有害生物调查参照 LY/T 2011 开展。

6.5 损害确认

6.5.1 基线确认

6.5.1.1 基线确认方法

- 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；
- 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；
- 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；
- 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。

对于森林植被破坏的，需结合 a) 和 b) 两种方法进行基线确认，通过 a) 确认损害发生前的状态，对于评估区历史上的植被物种组成与对照区一致的，则通过 b) 确认实际基线水平；对于不一致的，结合历史数据、对照数据等综合判定基线水平。对历史数据或对照区数据的变异性进行统计描述，识别数据中的极值或异常值并分析其原因，确定是否剔除极值或异常值，根据专业知识和评价指标的意义确定基线。对于数据符合正态分布的，应采用 95% 置信区间上限或下限确定基线水平（生态破坏导致某一指标数据降低的，采用下限；生态破坏导致某一指标数据升高的，采用上限）；对于数据不符合正态分布的，采用中位数确定基线水平。

6.5.1.2 基线水平的表征

森林植被基线水平主要为受损前的植被结构、生物物种或服务功能状况，可通过搜集历史资料或对照区植被调查获得。植被基线水平指标根据森林实际情况确定，包括物种组成、数量、高度、覆盖度、物种丰富度、均匀度等，具体见 6.3。对于特种用途林的生态服务功能损害，基线水平包括涵养水源量、土壤保持量、固沙量等或枯枝落叶层持水量、植被覆盖因子、土壤侵蚀因子等能够表征生态服务量的关键技术参数；对于风景名胜区等森林的旅游服务功能的损害，基线水平包括旅游人次、旅游消费等；对于自然保护区等栖息地服务功能的损害，基线水平包括栖息地面积和指示性物种的数量或密度、种群或群落数量或密度。对于涉及污染的森林损害，基线的表征指标主要包括生物体内污染物浓度、生物个体受损害程度指标，如高度、数量、覆盖度或主要服务功能指标等。

6.5.2 损害确认

由生态破坏或环境污染导致的森林生态环境损害确认原则包括：

- 森林植被面积、物种组成及数量、密度、覆盖度等指标，与基线水平相比存在差异；
- 动物栖息地或物种组成、数量、密度及分布范围等指标，与基线水平相比存在差异；
- 森林土壤养分或土壤、植物体内污染物浓度水平，与基线水平相比存在差异；
- 损害事实明显、基线水平无法获取的情况，可通过查获的受损林木数量等信息确认损害。

对于以林业生产为主的森林，重点关注林木、林副产品的损害。对于特定用途森林，重点关注涵养水源、土壤保持、防风固沙等服务功能损害。涉及动物栖息地的，重点关注重点保护物种和物种栖息地损害。涉及文化旅游服务的，重点关注休闲娱乐和景观美学等服务功能损害。

7 森林生态环境损害因果关系分析

通过文献查阅、现场调查、专家咨询等方法，分析生态破坏或环境污染行为导致森林生物数量减少或结构与功能受到损害的原因与作用方式，建立生态破坏或环境污染行为导致森林生态环境损害的因果关系链条。因果关系判定原则具体包括：

- a) 存在明确的生态破坏或环境污染行为；
- b) 森林生物数量减少或森林结构、用途与生态服务功能受到损害；
- c) 生态破坏或环境污染的行为先于损害的发生；
- d) 根据生态学和环境学理论，生态破坏或环境污染行为与森林生态环境损害具有关联性；
- e) 可以排除其他人为或自然原因对森林生态环境损害的贡献；
- f) 对于森林结构或功能受损原因除了当地生态破坏或环境污染行为以外，还存在气候变化、自然灾害等自然因素，或跨区域人为因素的影响的，应同时界定和分析其他各因素对损害的贡献率，若其他各因素导致的损害难以量化，可以通过专家咨询法、专家打分法确定各种因素对森林生态环境损害的贡献率。

8 森林生态环境损害实物量化

8.1 损害范围量化

根据 6.5 确定的损害类型，划定不同森林损害类型的空间范围，一般为受损森林的面积及其经纬度坐标；对于特定用途森林，需要确定涵养水源、土壤保持、防风固沙等生态服务功能的影响范围；对于栖息地，需要确定动物物种的活动范围及其经纬度坐标。

根据森林损害开始与恢复方案的持续时间确定损害的起止时间。森林不可恢复，按永久性损害计算，可恢复的按实际损害时间计算，即损害发生年至恢复到基线年份之间的持续时间。

8.2 损害程度量化

损害程度量化是森林结构、数量与功能（用途）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，如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、生态服务功能损害量等，具体参考 6.5.1.2 确定的基线水平相关指标。损害程度一般用百分比表示，计算方法见公式（1）：

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

式中： K_i —损害程度；

B_i —基线水平；

S_i —损害发生后的现状水平。

8.3 基本恢复方案制定

8.3.1 恢复目标的确定

原则上以基线水平的植被物种组成及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的，植被和土壤恢复目标可以分别参照 TD / T 1036 中的林地复垦质量控制标准和损毁土地复垦质量要求制定合理的恢复目标，恢复后的林地土壤质量和生产力水平不低于 TD / T 1036 中对应区域、对应类型林地的复垦质量控制标准。

- a) 对于生态服务功能主要为供给服务的森林，一般选择森林面积与供给服务实物量作为基本和补偿性恢复方案的恢复目标；
- b) 对于生态服务功能主要为物种栖息地的森林，一般选择森林面积与能够表征森林生态系统结构完整性的 1~3 种物种数量（建群种、优势种或指示种）或密度作为基本和补偿性恢复方案的恢复目标，植物和动物物种均选择原生本地种；
- c) 对于生态服务功能为涵养水源、水土保持、防风固沙其中一项服务功能为主的森林，一般选择森林面积或水土保持量、涵养水源量、固沙量等服务功能的实物量作为基本和补偿性恢复方案的恢复目标；
- d) 对于生态服务功能主要为旅游和休闲娱乐的森林，一般选择旅游或休闲娱乐人次作为基本和补偿性恢复方案的恢复目标；
- e) 涉及土壤破坏或环境质量下降的，还应以土壤环境质量指标以及植物体内污染物浓度作为基本恢复方案的恢复目标。

根据需要，可以参照 6.5.1.2 同时选取基线水平确认中的部分相关指标作为恢复目标。

8.3.2 生态恢复技术

森林生态恢复技术包括土壤肥力恢复技术、水土流失控制与保持技术、土壤污染控制与土壤环境质量恢复技术、节水与保水技术、植物育种技术、物种引入与恢复技术、植物种植栽培技术、动物孵化技术、动物繁育技术、栖息地重构技术，对于污染因素或有害生物等造成的森林生态环境损害，还应该考虑污染源搬迁、面源污染阻隔、有害生物控制等技术的使用。

在掌握森林土壤、生物、栖息地生态恢复技术的原理、适用条件、费用、成熟度、可靠性、恢复时间、技术功能、恢复的可持续性等因素的基础上，参照森林植被生态恢复及抚育相关技术规范，如 GB/T 15776、GB/T 18337.3、GB/T 50885、GB/T 51097、GB/T 51085、GB/T 15781-2015、LY/T 2771、TD/T 1036，结合当地森林生态恢复实践经验，针对受损森林的主要损害对象、损害程度和范围以及生境特征，从主要技术指标、经济指标等方面对各项恢复技术进行全面分析比较，确定备选技术。土壤污染和破坏修复技术的选择参照 GB/T 39792.1 附录中的常用土壤恢复技术适用条件与技术性能。对于没有实践经验可参照的物种培育或孵化技术，需要开展必要的现场试验，对备选恢复技术进行可行性评估。基于恢复技术比选和可行性评估结果，选择和确定恢复技术。

针对森林生态环境损害的恢复，优先采用自然恢复，并辅以必要的管理措施，对于损害严重、自然恢复难以达到预期效果的，采取人工辅助恢复技术措施。

树种选择、工序要求、质量标准等，参照 GB/T 15776 等标准、规范确定。异地恢复或补种的，根据补种地点周边森林类型和立地条件选择树种。对于裸露坡面植被恢复的植物选择、工序要求、质量标准等，参照 GB/T 38360 确定。植物（林木）种子、苗木的质量应当达到相关国家强制性标准的最低等级要求。

8.4 期间损害计算

利用等值分析法对森林损害开始发生到恢复至基线水平的期间损害进行量化，计算补偿性恢复的规模。根据森林的特点，可以选择资源指标或者服务指标计算期间损害。对于特定用途森林，以毁坏面积

或涵养水源量、土壤保持量、固沙量等指标作为期间损害的量化指标；对于风景名胜区等旅游用途森林，以森林毁坏面积或旅游人次、旅游收入作为期间损害的量化指标；对于森林栖息地，选择森林毁坏面积或能够代表森林栖息地生态系统完整性的物种数量或密度作为期间损害的量化指标。一般选择表征损害范围或损害程度中损害时间最长的指标。

期间损害的计算方法参照 GB/T 39791.1 等相关标准执行。根据期间损害制定补偿性恢复方案，对于无法找到合适的补偿期间损害的替代性恢复方案的情况，对期间损害进行价值量化。

8.5 恢复方案比选和确定

涉及国家重点生态功能区、生态保护红线、自然保护区、森林公园、风景名胜区的森林生态环境损害，采用等值分析法，制定受损森林基本恢复方案与补偿性恢复方案。

森林生态恢复一般需要多种恢复和重建技术进行组合，制定备选的综合恢复方案。综合恢复方案需要同时考虑基本恢复方案和补偿性恢复方案。具体包括：

- a) 基本恢复和补偿性恢复方案为原位恢复，补偿性恢复目标为受损的森林具有更高生态服务功能水平时，如森林生物物种类型或数量高于基线水平，统筹制定基本恢复和补偿性恢复方案；
- b) 基本恢复方案为原位恢复、补偿性恢复方案为异位替代性恢复，补偿性恢复目标为补偿性恢复的森林与受损森林具有相同生态服务功能水平时，根据受损和补偿性恢复区域的土壤和生境特征分别制定基本恢复方案和补偿性恢复方案；
- c) 受损森林无法原位恢复或用途变更不需要恢复，基本恢复和补偿性恢复方案可以同时采用异位替代性恢复。基本恢复和补偿性恢复在同一区域实施的，情形同 a)；基本恢复和补偿性恢复在不同区域实施的，情形同 b)；
- d) 受损森林无法原位恢复或用途变更不需要恢复，也无法采用异位替代性恢复方案进行基本恢复和补偿性恢复，通过生态服务功能量化模型以及适当的生态环境资源价值评估方法对受损森林的生态服务功能及其期间损害进行实物和价值量化，生态服务功能实物量和价值量计算方法参见附录 C。

基本恢复或补偿性恢复没有达到恢复目标，应根据实际恢复效果与基本恢复目标、补偿性恢复目标之间的差距计算补充性恢复目标，制定并实施补充性恢复方案。

实施异位恢复的，应当符合区域土地利用总体规划和林地保护利用、造林绿化等专项规划。

基本恢复方案和补偿性恢复方案的制定原则参照 GB/T 39791.1。由于基本恢复方案和补偿性恢复方案的实施时间与成本相互影响，应考虑损害的程度与范围、不同恢复技术和方案的难易程度、恢复时间和成本等因素，对包括基本恢复和补偿性恢复的综合恢复方案进行比选，综合恢复方案的比选需要考虑不同方案的成熟度、可靠性、社会效益、经济效益和环境效益等方面，必要时采用专家评分法确定最佳恢复方案。

9 森林生态环境损害价值量化

9.1 森林生态环境损害价值量化原则

对于可恢复的森林生态服务功能损害采用恢复费用法计算，不可恢复的生态服务功能损害根据森林类型采用支付意愿法、旅行费用法、生态服务功能评估法等方法进行计算，对于不实际实施的补偿性恢复，可以虚拟恢复费用作为生态服务功能损失。

对于所有以林木和林副产品为主的森林类型，需要计算木材的一次性使用供给价值以及林副产品的多年供给价值损失，根据用材林、能源林、经济林、苗圃等不同用途确定林木与林副产品的资源经济价值，具体计算方法参见 LY/T 2407。对于森林中有野生动物死亡的，还应计算野生动物资源的损失。对

于直接查获的非法砍伐林木或其他植物资源，在其基线水平无法获取的情况下，直接进行林木或植物资源损害价值评估。对于涉及到重点保护物种的，应在其资源经济价值的基础上，乘以相应的调整系数作为生态环境损害，国家一级保护野生植物取值 6，国家二级保护野生植物取值 4，地方重点保护野生植物取值 3。

当评估区面积小于单个样方调查面积，不涉及古树或国家保护物种时，可以不进行生态服务功能损害计算；涉及古树名木个体损害的，其价值评估方法见附录 D。

森林土壤与地下水生态环境损害价值量化参照 GB/T 39792.1。

9.2 森林生态恢复费用计算

森林生态恢复费用的计算，包括基本恢复和补偿性恢复的费用，按照下列优先级顺序选用费用计算方法：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。具体方法参照 GB/T 39791.1。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，其中，植被恢复的技术经济指标可参照《防护林造林工程投资估算指标》（林规发〔2016〕58 号）等相关林业标准或规范性文件，植被恢复和复垦费用标准也可参考当地森林植被恢复与土地复垦的具体费用标准确定。物种孵化、栖息地建设等生境恢复的技术经济指标根据相关技术文件或经验参数确定。针对森林恢复的费用明细法，明确需要的设施与材料（苗木、种子及动物等），列出恢复工程费用明细，具体包括种苗购买费、投资费、运行维护费、技术服务费等。投资费包括场地整理、土石方工程、材料购置、植物种植、动物引入或孵化设备租用或购买等费用；运行维护费包括管护抚育、监测、水电消耗和其它能耗等费用。

涉及自然保护地和重点保护物种受损的生态恢复费用，按恢复费用乘以相应的调整系数计算（表 2）。

表 2 生态恢复费用调整系数

类别	国家一级保护物种	国家二级保护物种	其他保护物种	非保护物种
国家公园	6	4	3	2.5
自然保护区核心保护区	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	—

9.3 森林生态服务功能价值量化

9.3.1 一般原则

- a) 对于损害前森林主要生态服务功能为物种栖息地的，采用陈述支付意愿法将物种栖息地整体作为问卷调查对象，根据实际功能对生态系统的存在价值、遗赠价值、选择价值等服务功能价值损失进行调查评估。当支付意愿法不可行时，采用物种保育法进行物种栖息地的损害评估，并根据恢复时间或永久性丧失计算相应的物种保育期间损失。物种保育价值计算方法参照附录 C；
- b) 对于损害前森林主要生态服务功能为旅游和休闲娱乐的，根据实际情况采用旅行费用法或陈述支付意愿法对生态系统的文化服务功能损失进行调查评估，并根据恢复时间或永久性丧失计算相应的生态服务功能期间损失。文化服务价值计算方法参照附录 C。
- c) 当森林损害面积小于 30 hm² 时，对于损害前森林的主要生态服务功能为涵养水源、土壤保持或防风固沙中的一种，采用实地调查法，获取必要的技术参数，根据附录 C 的模型计算获得涵养水源、土壤保持或防风固沙等主要服务功能的实物量与价值量，并根据恢复时间或永久性丧失计算相应的生态服务功能期间损失。当森林损害面积大于或等于 30 hm² 时，需要同时考

除主要功能以外的其他森林生态系统服务功能,包括涵养水源、土壤保持、固碳释氧、气候调节与防风固沙等。

- d) 采用陈述支付意愿法进行栖息地生态服务功能价值量化的,一般不再考虑其他服务功能损失。
- e) 森林破坏或污染导致野生动物直接死亡的,计算方法见 9.3.3。
- f) 森林生态系统服务功能价值评估应避免重复计算。

9.3.2 生态服务功能价值量化法

采用生态服务功能评估法计算涵养水源、土壤保持、防风固沙等生态服务功能损害量,利用揭示偏好法计算生态服务功能损害价值量,不同生态服务功能实物量与价值量的计算方法参见附录 C,计算生态服务功能实物量与价值量的主要技术参数应该通过实地调查获得。计算方法见公式(2):

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

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;

d_t —损害程度;

r —贴现(或复利)率,一般取 3%;

t —评估期内的任意给定年(0~ n 之间);

T —评估基准年(开展损害评估的年份);

$t=0$ —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。

9.3.3 动物资源

对于森林生态环境损害涉及野生动物的,将《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》或国务院相关主管部门发布的其他涉及野生动物价值的规定,作为野生动物资源损害价值,以野生动物资源损害价值乘以生态服务功能调节系数作为生态服务功能损害价值,计算方法见公式(3):

$$V_w = \sum_i \sum_{t=0}^n V_{wdi} \times (1 + \delta_{wi}) \quad (3)$$

式中: V_w —野生动物生态环境损害;

V_{wdi} —野生动物资源损害价值,为基准价值与损害数量的乘积;

δ_w —野生动物生态服务功能调节系数,国家一级重点保护物种取值 5,国家二级重点保护物种取值 2,非国家重点保护物种但有重要价值的取值 1,其他野生动物取值 0。

i —物种类型;

其他符号意义见公式(2)中符号解释。

9.3.4 其他

对于面积等于或小于 0.667 hm^2 、郁闭度未达到 0.2 及以上的小规模林地或普通林木损毁的,其损害价值量可以按恢复林地植被所需费用的三倍或者受损林木资产价值的五倍进行计算。

10 鉴定评估报告编制

根据委托内容,基于评估过程所获得的数据和信息,编制森林生态环境损害鉴定评估报告,报告的格式和内容参见附录 A。按照委托要求,报告可根据需要,包括附录的部分或全部内容。

11 森林生态环境恢复效果评估

11.1 评估时间

制定恢复效果评估计划,通过现场调查、遥感监测、问卷调查等方式,定期跟踪受损森林结构和功能的恢复情况,全面评估恢复效果是否达到预期目标;未达到预期恢复目标的,应及时制定补充性恢复方案,直到达到预期恢复目标为止。

森林生态环境恢复效果评估需要开展多次,恢复方案实施完成后,植物栽种完成1个生长年以及第3、第5年,或生长情况基本达到稳定时,对恢复效果开展评估,观测植物成活率、生长状况、土壤理化性状、土壤生物情况、野生动物出现频率、恢复方案实施进度、森林生态服务功能恢复情况等,直到受损森林结构、功能与服务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是否满足相关标准规范要求,是否产生了二次破坏。

恢复效果达标性,即根据基本恢复、补偿性恢复、补充性恢复方案中设定的恢复目标,分别对基本恢复、补偿性恢复、补充性恢复的效果进行评估。

恢复效果评估标准参照本标准8.3.1节确定的恢复目标,同时还应该观测森林病虫害或鼠害等的发生情况。对恢复效果评估的相关调查、监测或检测数据变异性进行统计描述,识别数据中的极值或异常值并分析其原因确定是否剔除极值或异常值,根据专业知识和评价指标的意义确定实际恢复效果,其数据统计分析方法需与基线确定的统计分析取值方法保持一致。

11.3 评估方法

11.3.1 现场踏勘

通过现场踏勘,了解森林生态系统结构与功能恢复进展,判断群落结构恢复是否达到预期目标,观察关键生态服务功能指标的恢复情况,确定调查、观测时点、周期和频次,对植被状况进行拍照。

11.3.2 监测分析

a) 植物监测

根据恢复效果评估计划,对恢复后的森林生态系统进行样方调查,分析群落结构、物种、成活率、胸径、株高、覆盖度等指标,开展生物调查以及生态服务功能调查。调查应覆盖全部恢复区域,并基于恢复方案的特点制定分别针对森林生态系统结构与功能的差异化监测调查方案。基于监测调查结果,采用对比法或统计分析法判断是否达到恢复目标。

b) 土壤监测

监测土壤理化性状与养分含量情况。植被恢复效果评估时,采集土壤样品,观测土壤生物情况,并对土壤理化性状与养分含量情况进行检测分析。

c) 野生动物监测

监测恢复区域内野生动物出现的频率与数量,包括对群落有重要影响的鸟类、兽类、昆虫等类群的主要物种。

11.3.3 分析比对

采用分析比对法,对照生态恢复方案,以及相关的标准规范,分析森林生态系统结构与功能恢复过程中各项措施是否与方案一致,是否符合恢复方案或相关标准规范的要求;分析恢复过程中的相关调查、观测数据,判断是否产生了二次破坏和其他生态影响;综合评价森林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，调查基本恢复、补偿性恢复、补充性恢复措施所提供的生态服务功能类型和服务量，判断是否达到恢复目标；此外，调查公众与其他相关方对于恢复过程和结果的满意度。

11.4 恢复效果评估报告编制

编制独立的生态环境恢复效果评估报告。对受损森林的生态恢复的开展情况、监测结果进行分析与评价。基本内容包括：

- a) 森林生态系统结构与功能恢复效果评估内容、标准、效果评估过程所采用的方法及评估结果；
- b) 森林生态系统结构与功能恢复过程规范性评价所依据的标准和评估结果；
- c) 效果评估调查方案和依据、调查方法以及调查结果；
- d) 采用调查问卷或调查表对森林生态系统服务功能和公众满意度进行调查的，还应包括主要调查内容和结果。

在基本恢复和补偿性恢复工程结束后，需要开展恢复效果评估。如果经过评估，基本恢复和补偿性恢复没有达到预期目标，未能将受损森林生态系统完全恢复至基线水平并补偿期间损害，则需要制定补充性恢复方案，开展补充性恢复。

附录 A

(资料性附录)

鉴定评估报告编制要求

A.1 概述

A.1.1 事件基本情况

森林生态环境损害鉴定评估的背景。应写明损害发生的时间、地点、起因和经过，生态服务功能损害的类型、范围和程度，对森林生态环境的影响方式，已经采取的生态恢复措施等基本情况。

A.1.2 区域基本情况

森林生态环境损害区域的生态环境功能区划、自然环境状况和社会经济状况。自然环境状况包括地形地貌、植被特征、气候、环境敏感区分布、生态服务功能类型等内容。

A.1.3 鉴定评估工作基本情况

A.1.3.1 鉴定评估目标

依据委托鉴定评估事项，详细写明开展森林生态环境损害鉴定评估的工作目标。

A.1.3.2 鉴定评估依据

鉴定评估依据包括开展森林生态环境损害鉴定评估所依据的法律法规、标准、技术规范等。

A.1.3.3 鉴定评估范围

森林生态环境损害范围包括损害的时间范围、空间范围及其确定依据。

A.1.3.4 鉴定评估内容

森林生态环境损害鉴定评估工作的主要内容，包括损害调查确认、因果关系分析、损害量化等方面。

A.1.3.5 鉴定评估工作程序

开展森林生态环境损害鉴定评估工作的技术路线和工作程序，并给出相应的流程图。

A.2 森林生态环境损害调查确认

A.2.1 确定调查对象与范围

影响森林生态服务功能主要类型，以及调查重点和调查范围划定的依据。

A.2.2 确定调查指标

需要开展调查、监测和评估的植被与动物资源特征以及相关表征指标、生态服务功能指标，说明指标筛选和确定的依据。

A.2.3 植被调查

植被调查的调查目的、调查方法和调查结果，包括生物群落物种组成、胸径、株高、覆盖度、密度等指标。

A.2.4 动物调查

动物调查的调查目的、调查方法和调查结果，包括动物群落物种组成、数量或密度等指标。

A.2.5 生态服务功能调查

森林生态服务功能调查过程、调查方法和调查结果，破坏或污染原因及其对森林生态服务功能的影响程度。

A.2.6 生态环境基线

森林结构与功能基线水平确定的过程和依据。采用对照区域数据作为基线水平的，还应包括对照区域调查过程、调查方案、方法以及调查结果。

A.2.7 损害确认

森林生态环境损害确认的结果，包括是否存在生态环境损害、生态环境损害类型、生态环境损害区域、范围等内容。

A.3 损害因果关系分析

对于生态破坏行为导致的损害，因果关系分析内容包括生态破坏行为导致森林与功能受到损害的作用机理，依据因果关系判定原则，得出因果关系判定结论。涉及人为因素与其他自然因素的，分析各类因素对森林生态环境损害的贡献率与判定依据。

对于污染行为导致的损害，因果关系分析内容包括污染排放与森林植被损害或土壤污染之间的暴露-反应关系，得出因果关系判定结论。

A.4 生态环境损害实物量化与生态恢复

主要包括：

- a) 基于 A.2.6 所确定的基线水平，对森林结构与功能、自然资源与生物资源的损害程度和范围进行量化，计算损害程度，给出损害的空间范围与时间范围。
- b) 森林结构与功能综合恢复方案确定与价值量化的基本思路与依据。对于已经完成森林恢复工程的，需要介绍森林恢复方案，统计恢复费用。
- c) 基本恢复、补偿性恢复、补充性恢复的总体目标和分阶段目标及其确定依据，各个阶段所采用的恢复技术和方案及其比选过程。

A.5 生态环境损害价值量化

根据需要，基于所确定的恢复方案计算各阶段恢复费用。对于基于生态环境资源价值量化方法确定损失的，应包括价值量化方法、选择依据、评估过程和评估结果。

A.6 鉴定评估结论

评估结论内容包括森林生态环境是否受到损害、损害是否与生态破坏或环境污染行为具有因果关系、损害的范围和程度、受损森林恢复过程是否合规以及是否达到目标等内容。对森林生态环境损害鉴定评估过程中的特别事项进行说明，分析鉴定评估结论可能存在的不确定性。

对森林生态环境损害的基本与补偿性恢复方案的实施、跟踪监测、效果评估等工作提出必要的建议。

A.7 签字盖章

主要包括：森林生态环境损害鉴定评估报告的真实性、合法性、科学性；明确报告的所有权、使用目的和使用范围；所有参与报告编制的人员进行署名，并加盖报告编制单位公章。

A.8 附件

附件包括森林生态环境损害鉴定评估工作过程中所制定的各类方案和所获取的各种证据资料，包括鉴定评估方案、各类调查监测方案、效果评估方案，以及各类图件、照片、访谈记录等材料。

附录 B

(资料性附录)

森林动植物资源调查表

表 B.1 森林植物资源调查表

地点: 海拔: 经纬度坐标: 郁闭度:
起源(天然/人工): 坡度: 坡位: 坡向:
森林类型/主要功能: 优势种: 土壤类型: 日期:
调查人:

乔木层物种记录

序号	样方面积 (单位)	树种	胸径 (单位)	株高 (单位)	冠幅 (单位)	覆盖度 (%)	物候	备注

灌木层物种记录

序号	样方面积 (单位)	树种	地径 (单位)	株高 (单位)	冠幅 (单位)	覆盖度 (%)	物候	备注

草本层及其他地被物物种记录

序号	样方面积 (单位)	物种	高度 (单位)	株数 (单位)	覆盖度 (%)	物候	备注

表 B. 2 野生动物调查记录表

地点:

海拔:

经纬度坐标:

样线长度:

样方面积:

生境类型:

日期:

调查人:

样方/样线编号	物种	实体数量 (单位)	成幼体	痕迹类型及数量 (单位)	备注
注: 样方调查记录任意角点坐标, 样线调查记录起点和终点坐标。					

表 B. 3 经济价值调查记录表

序号	种类	林木价格 (单位)	林副产品 产量 (单位)	林副产品价 格 (单位)	保育维护成本 (单位)	备注
注: 表中数据应注明数据来源或附相关证明材料。						

附录 C

(资料性附录)

森林生态服务功能损害评估方法

C.1 森林生态服务功能实物与价值量化

各类型服务功能实物量与价值量的计算均以年为单位。

C.1.1 涵养水源功能

C.1.1.1 涵养水源量

涵养水源的估算采用综合蓄水能力法,考虑了植被层、枯落物层和土壤层拦蓄降水的综合作用,计算方法见公式(C.1)~公式(C.4):

$$W = C + L + S \quad (C.1)$$

$$C = \sum_{i=1}^n R \times 10^{-3} \times A_i \times \alpha_i \quad (C.2)$$

$$L = \sum_{i=1}^n A_i \times L_i \times \beta_i \quad (C.3)$$

$$S = \sum_{i=1}^n A_i \times D_i \times \gamma_i \quad (C.4)$$

式中: W —年生态系统涵养水源量, m^3 ;

i —植被类型;

C —林冠截留降水量, m^3 ;

L —枯枝落叶层持水量, m^3 ;

S —土壤蓄水量, m^3 ;

R —当地 10 年平均降雨量, mm , 从当地气象局或相关气象网站获得;

A_i —第 i 种植被类型的面积, m^2 , 植被类型面积通过实地调查、遥感影像或从当地林草局获得;

α_i —第 i 种植被类型的林冠截留率, %, 可通过实地调查或从相关研究文献中获得;

L_i —第 i 种植被类型的枯枝积累量, t/m^2 ;

β_i —第 i 种植被类型枯枝落叶层最大持水率, %, 可通过实地调查或从相关研究文献中获得;

D_i —第 i 种植被类型的土壤厚度, m , 土壤厚度可通过实地调查或从当地林草或农业农村局获得;

γ_i —第 i 种植被类型下土壤的非毛管孔隙度, %, 可通过实地调查或从当地林草或农业农村局获得。

C.1.1.2 涵养水源价值量

涵养水源价值量采用替代工程法估算,以水库的建设成本来评价生态系统水流动调节的价值,见公式(C.5):

$$V_w = W \times C \quad (C.5)$$

式中: V_w —生态系统涵养水源的价值量, 元/a;

W —涵养水源量, m^3 ;

C —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（元/ m^3 ）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。

C.1.2 土壤保持功能

C.1.2.1 方法一

参照 GB/T 38582 中关于土壤保持功能实物量和价值量的计算方法。

C.1.2.2 方法二

C.1.2.2.1 土壤保持量

通用土壤流失方程（USLE）是世界范围内应用最广泛的土壤侵蚀预报模型，本文件基于修正的 USLE 模型进行土壤保持功能评估，计算方法见公式（C.6）~公式（C.15）：

$$SC = R \times K \times L \times S \times (1 - C \times P) \quad (C.6)$$

式中： SC —生态系统年土壤保持量， t/hm^2 ；

R —降雨侵蚀力因子， $MJ \cdot mm/hm^2 \cdot h^{-1}$ ，是土壤侵蚀的驱动因子；

K —土壤可蚀性因子， $t \cdot hm^2 \cdot h/hm^2 \cdot MJ^{-1} \cdot mm^{-1}$ ，表征土壤性质对侵蚀的敏感程度；

L 、 S —坡长和坡度因子，无量纲，表征特定坡面（特定坡度和坡长）的土壤流失量与标准径流小区土壤流失量之比值，基于高程数据在地理信息系统软件中计算获得，在调查区域的外边界和区域内部均匀布点，利用手持式定位装置实地测量获取代表性点位的高程数据，插值获得整个区域的面状高程数据，利用地理信息系统软件的地形模块计算获得相应的坡长和坡度因子；

C —植被覆盖因子，是评价植被覆盖因素抵抗土壤侵蚀的能力，无量纲；

P —土壤保持措施因子，无量纲，森林一般取值 1。

$$R = \sum_{i=1}^{12} (-1.5527 + 0.1792p_i) \quad (C.7)$$

$$K = 10^{-3}(160.80 - 2.31x_1 + 0.38x_2 + 2.26x_3 + 1.31x_4 + 14.67x_5) \quad (C.8)$$

$$L = \left(\frac{\lambda}{22.13} \right)^m \quad (C.9)$$

$$m = \frac{\beta}{1+\beta} \quad (C.10)$$

$$\beta = \frac{(\sin \theta / 0.089)}{[3.0 \times (\sin \theta)^{0.8} + 0.56]} \quad (C.11)$$

$$S = \begin{cases} 10.8 \sin \theta + 0.03 & t < 9\% \\ 16.8 \sin \theta - 0.5 & 9\% \leq t < 18\% \\ 21.91 \sin \theta - 0.96 & t \geq 18\% \end{cases} \quad (C.12)$$

$$C = \begin{cases} 1 & f = 0 \\ 0.6508 - 0.3436 \lg f & 0 < f \leq 78.3\% \\ 0 & f > 78.3\% \end{cases} \quad (C.13)$$

$$f = \frac{(NDVI - NDVI_{soil})}{(NDVI_{veg} - NDVI_{soil})} \quad (C.14)$$

$$NDVI = (IR - R_s) / (IR + R_s) \quad (C.15)$$

式中： p_i —10 年平均月降雨量，mm，从当地气象站点或相关气象网站调查获得；

x_1 、 x_2 、 x_3 、 x_4 、 x_5 —细砾、细砂、粗粉粒、细粉粒、有机质的百分含量，根据《土壤环境监测技术规范》在调查区域森林内外进行布点采样，样品带回实验室检测土壤颗粒度、有机质含量等参数；

L —坡长因子；

λ —坡长，m；

S —坡度因子；

t —百分比坡度；

θ —坡度，单位是弧度，通过实地调查获得；

f —植被覆盖度，可通过实际调查获得，也可利用遥感影像，通过植被盖度归一化植被指数($NDVI$)计算获得，直接从相关网站下载植被覆盖度最高月份的 $NDVI$ 产品数据，或者相应时段的遥感影像，利用影像波段信息计算， $NDVI$ ， $NDVI_{veg}$ ， $NDVI_{soil}$ 分别为归一化植被指数实际值、纯植被像元 $NDVI$ 及纯裸地像元 $NDVI$ ， IR 和 R_s 分别为遥感影像的近红外波段和红外波段的反射率。

C.1.2.2.2 土壤保持价值量

森林生态系统通过保持土壤，减少氮、磷、钾等土壤物质流失，从而达到保持土壤营养物质和降低河流泥沙淤积的作用，运用替代成本法进行营养物质保持和泥沙淤积减少的价值核算，计算方法见公式(C.16)~公式(C.18)：

$$V_{sc}=V_{sd}+V_{dpd} \quad (C.16)$$

$$V_{sd}=\lambda \times (SC/\rho) \times c \quad (C.17)$$

$$V_{dpd}=\sum_{i=1}^n SC \times C_i \times R_i \times T_i \quad (C.18)$$

式中： V_{sc} —生态系统土壤保持价值，元/a；

V_{sd} —减少泥沙淤积价值，元/a；

V_{dpd} —保持土壤营养物质价值，元/a；

SC —土壤保持量，t；

c —单位土壤保持工程成本，元/m³，从当地自然资源、林业草原以及发改委等组织实施土壤保持工程的部门或工程实施单位调查获得；

ρ —土壤容重，t/m³；

λ —泥沙淤积系数，一般取值为24%；

i —土壤中营养物质种类数量， $i=1, 2, \dots, n$ ；

C_i —土壤营养物质（如氮、磷、钾和有机质）的纯含量，%；

R_i —氮、磷、钾元素和有机质转换成相应肥料（尿素、过磷酸钙和氯化钾）及碳的比率；

T_i —尿素、过磷酸钙、氯化钾、有机质（转化成碳）价格，元/t，通过市场调查获得。

C.1.3 微气候调节功能

C.1.3.1 方法一

参照GB/T 38582中关于气候调节功能实物量和价值量的计算方法。

C.1.3.2 方法二

C.1.3.2.1 微气候调节量

微气候调节利用森林生态系统蒸腾作用消耗的能量进行计算，计算方法见公式(C.19)：

$$TQ=\Delta T \times \sigma \times D \times A \times H \times 2.778 \times 10^{-7} \quad (C.19)$$

式中： TQ —生态系统调节温度消耗的能量，kW·h/a；

ΔT —森林内外温差, $^{\circ}\text{C}$, 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, 每天从上午 10 点至下午 3 点, 每隔 1 小时分别测量森林内外的气温, 取温差的平均值;

σ —空气容积热容量, 取值 $1256 \text{ J}/(\text{m}^3 \times ^{\circ}\text{C})$;

A —森林面积, m^2 ;

H —森林平均高度, m ;

D —一年内气温超过 26°C 的天数;

常数 $2.778 \times 10^{-7} (\text{kW} \cdot \text{h}/\text{J})$ 为能量与电量转换系数。

C.1.3.2.2 微气候调节价值量

通过人工调节温度所需要的耗电量进行降温价值量计算, 计算方法见公式 (C.20):

$$V_T = TQ \times P_e / r \quad (\text{C.20})$$

式中: V_T —生态系统微气候调节的价值, 元/a;

TQ —生态系统调节温度消耗的总能量, $\text{kW} \cdot \text{h}$;

r —空调能效比;

P_e —当地生活消费电价, 元/ $\text{kW} \cdot \text{h}$, 从当地发改委或供电部门调查获得。

C.1.4 防风固沙功能

C.1.4.1 方法一

参照 GB/T 38582 中关于防风固沙功能实物量和价值量的计算方法。

C.1.4.2 方法二

C.1.4.2.1 防风固沙功能量

由植被作用引起的风蚀减小量为防风固沙实物量, 用潜在风蚀量和实际风蚀量的差值表示。潜在风蚀量指没有植被的裸土条件下的土壤风蚀量, 实际风蚀量指现实中地表植被覆盖条件下的土壤风蚀量, 利用修正的风蚀模型 (RWEQ) 进行评估, 计算方法见公式 (C.21)~公式 (C.27):

$$SR = SL_r - SL \quad (\text{C.21})$$

$$SL_r = \frac{2z}{S_r^2} Q_{rmax} \cdot e^{-\left(\frac{z}{S_r}\right)^2} \quad (\text{C.22})$$

$$Q_{rmax} = 109.8 \times (WF \cdot EF \cdot SCF \cdot K') \quad (\text{C.23})$$

$$S_r = 150.71 \times (WF \cdot EF \cdot SCF \cdot K')^{-0.3711} \quad (\text{C.24})$$

$$SL = \frac{2z}{S^2} Q_{max} \cdot e^{-\left(\frac{z}{S}\right)^2} \quad (\text{C.25})$$

$$Q_{max} = 109.8 \times (WF \cdot EF \cdot SCF \cdot K' \cdot C) \quad (\text{C.26})$$

$$S = 150.71 \times (WF \cdot EF \cdot SCF \cdot K' \cdot C)^{-0.3711} \quad (\text{C.27})$$

式中: SR —生态系统防风固沙量, $\text{kg}/\text{m}^2/\text{a}$;

SL_r —潜在风蚀量, $\text{kg}/\text{m}^2/\text{a}$;

SL —实际风蚀量, $\text{kg}/\text{m}^2/\text{a}$;

Q_{rmax} —潜在风力的最大输沙能力, kg/m ;

S_r —潜在关键地块长度, m ;

z —所计算的下风向距离, m ;

Q_{max} —风力的最大输沙能力, kg/m ;

S —关键地块长度, m ;

WF —气候侵蚀因子, kg/m;

EF —土壤侵蚀因子;

SCF —土壤结皮因子;

K' —地表糙度因子;

G —植被覆盖因子。

- a) 气候侵蚀因子表征了在考虑降雨、温度、日照及雪盖等因素下风力对土壤颗粒的搬运能力, 计算方法见公式 (C.28):

$$WF = \frac{SW \times SD \times \sum_{i=1}^N u_2(u_2 - u_i)^2 \times N_d \times \rho}{N \times g} \quad (C.28)$$

式中: u_2 —2 m 高度处的风速, m/s;

u_i —2 m 高度处的起动风速, m/s;

N —风速的观察次数 (一般为 500);

N_d —观测 (模拟) 天数;

ρ —空气密度, 一般取 1.29 kg/m³;

g —重力加速度 (9.8 m/s²);

SW —土壤湿度因子, 无量纲;

SD —积雪覆盖因子 (无积雪覆盖天数/研究总天数, 定义雪盖深度 < 25.4 mm 为无积雪覆盖), 无量纲。

WF 用 1-15d 期间的 500 个风速计算, 500 个风速是描述一个地点风速分布需要的最小数量。其中, 土壤湿度因子 SW 的计算方法见公式 (C.29)~公式 (C.30):

$$SW = \frac{ET_0 - (P + I) \frac{R_d}{N}}{ET_0} \quad (C.29)$$

式中: ET_0 —潜在蒸散发量, mm, 利用彭曼公式计算得到;

P —降水量, mm;

I —灌溉量, mm;

R_d —降雨次数和灌溉次数;

N —观测天数。

$$ET_0 = 0.0162 \left(\frac{SR}{58.5} \right) (DT + 17.8) \quad (C.30)$$

式中: SR —观测期间总的太阳辐射数, cal/cm²;

DT —观测期间的平均气温 (°C)。

气候侵蚀因子计算相关的日均风速、月均风速、降水量、降雨次数等气象数据, 可从当地气象站点或相关气象网站调查获得。

- b) 地表糙度因子是地形所引起地表粗糙程度对风蚀影响的反映, 计算方法见公式 (C.31):

$$K' = \cos \alpha \quad (C.31)$$

式中: α —坡度, 通过高程数据经过地理信息系统的高程变化率模块计算得到。

- c) 土壤侵蚀因子是土壤受风蚀影响的大小, 计算方法见公式 (C.32):

$$EF = \frac{\mu EF + 0.31Sa + 0.17Si + 0.33 \left(\frac{Sa}{Si} \right) - 2.59OM - 0.95CaCO_3}{100} \quad (C.32)$$

式中: μEF —土壤可蚀性因子的修正参数, %, 取值 29.09;

Sa —土壤砂粒含量, %;

Si —土壤粉粒含量, %;

Sa/Si —砂粒含量与粉粒含量的比值;

OM —土壤有机质含量, %;

$CaCO_3$ —碳酸钙含量, %。

通过土壤采样,测定土壤砂粒、粉砂、粘粒、有机质、碳酸钙含量,或通过当地农业局或自然资源局土壤调查数据获得;对于土壤数据库中部分土壤类型的属性值缺失情况,采用相近土壤类型的属性值进行替代。

d) 土壤结皮因子是土壤结皮抵抗风蚀能力的大小,计算方法见公式(C.33):

$$SCF = \frac{1}{1+0.0066(cl)^2+0.021(OM)^2} \quad (C.33)$$

式中: cl —土壤粘粒含量, %;

OM —土壤有机质含量, %,通过土壤采样或通过当地农业局或自然资源局土壤调查数据获得。

e) 植被覆盖因子表示一定植被条件对风蚀的抑制程度,计算方法见公式(C.34)~公式(C.35):

$$C = e^{-0.0483(f)} \quad (C.34)$$

$$f = (NDVI - NDVI_{min}) / (NDVI_{max} - NDVI_{min}) \quad (C.35)$$

式中: f —风蚀季节的月度绿色植被覆盖度, %;

$NDVI$ 、 $NDVI_{max}$ 、 $NDVI_{min}$ —归一化植被指数实际值、最大值及最小值,通过遥感影像获得。

C.1.4.2.2 防风固沙价值量

运用恢复成本法,根据单位面积沙化土地治理费用核算生态系统防风固沙功能的价值,计算方法见公式(C.36):

$$V_{sf} = (SR \times c) / (\rho \times h) \quad (C.36)$$

式中: V_{sf} —生态系统减少土地沙化价值,元/a;

SR —防风固沙量, t/a;

ρ —土壤容重, t/m³,通过土壤采样测定或通过文献资料、当地农业局或自然资源局土壤调查数据获得;

h —土壤沙化覆沙厚度, m,通过实地测量覆沙层厚度获得;

c —治沙成本,元/m²,从当地自然资源、林草局或发改委等组织实施土壤保持工程的部门或工程实施单位调查获得。

C.1.5 固碳释氧功能

C.1.5.1 固碳实物量核算方法

森林生态系统固碳功能是指自然生态系统吸收大气中的二氧化碳(CO₂)合成有机质,将碳固定在植物或土壤中的功能,固碳功能有利于降低大气中二氧化碳浓度,减缓温室效应。

a) 净生态系统生产力法

森林生态系统固碳量可以用净生态系统生产力(NEP)衡量, NEP 可由净初级生产力(NPP)减去异氧呼吸消耗得到,或根据 NPP 与 NEP 的相关转换系数换算得到。当评估区的林地面积大于0.667 hm²,且能够通过遥感影像得到的小尺度 NPP 值时,该方法准确度相对最高,计算方法见公式(C.37):

$$Q_{tCO_2} = M_{CO_2} / M_C \times NEP \quad (C.37)$$

式中: Q_{tCO_2} —森林生态系统固碳量, t·CO₂/a;

M_{CO_2} / M_C —C转化为CO₂的系数,数值为44/12;

NEP —森林净生态系统生产力, t·C/a。

NEP 的计算方法见公式(C.38)或公式(C.39):

$$NEP = NPP - RS \quad (C.38)$$

$$NEP = \alpha \times NPP \quad (C.39)$$

式中： RS —土壤呼吸消耗碳量， $t\cdot C/a$ ，通过实际调查获得；

α — NEP 和 NPP 的转换系数，通过实际调查获得；

NPP —净初级生产力， $t\cdot C/a$ 。

b) 生物量法

如果受损害的森林面积较小或者遥感数据不可得的情况下，可以结合植被调查结果，利用森林损害前后的生物量之差测算出固定二氧化碳的量，计算方法见公式 (C.40)：

$$Q_{tCO_2} = \left(\frac{1}{t_2 - t_1} \right) \times M_{CO_2}/M_C \times A \times C_C \times (AGB_{t_2} - AGB_{t_1}) \quad (C.40)$$

式中： Q_{tCO_2} —森林生态系统固碳量， $t\cdot CO_2/a$ ；

A —评估森林面积， hm^2 ；

C_C —生物量-碳转换系数，一般取 0.5；

AGB_{t_1} —第 t_1 年森林的生物量， t/hm^2 ；

AGB_{t_2} —第 t_2 年森林的生物量， t/hm^2 ；

M_{CO_2}/M_C 同公式 (C.37) 中符号解释。

c) 固碳速率法

该方法适合于森林生态与土壤资源受到完全损害的情况，准确率相对低于上述两种方法，计算方法见公式 (C.41)：

$$Q_{tCO_2} = M_{CO_2}/M_C \times FCSR \times SF \times (1 + \beta) \quad (C.41)$$

式中： Q_{tCO_2} —森林生态系统固碳量， $t\cdot CO_2/a$ ；

$FCSR$ —森林及灌丛的固碳速率， $t\cdot C\cdot hm^{-2}\cdot a^{-1}$ ，可以参考同区域相关文献或实际调查获得；

SF —受损害的森林及灌丛面积， hm^2 ；

β —森林及灌丛土壤固碳系数，取值 0.646；

M_{CO_2}/M_C 同公式 C.37 中符号解释。

C.1.5.2 固碳价值量核算方法

采用造林成本法核算生态系统固碳的价值，计算方法见公式 (C.42)：

$$V_{CF} = Q_{tCO_2} \times C_c \quad (C.42)$$

式中， V_{CF} —森林的固碳价值量，元/a；

Q_{tCO_2} —森林固碳量， $t\cdot CO_2/a$ ；

C_c —单位固碳造林成本，包括根据树龄贴现后的造林一次性投入和年维护成本，元/t。

C.1.5.3 释氧实物量核算方法

森林生态系统的释氧功能指植物在光合作用过程中，释放出氧气的功能。这种功能对于维护大气中氧气的稳定，改善人居环境具有重要意义。

根据光合作用化学方程式可知，植物每生产吸收 $1\text{ mol } CO_2$ ，就会释放 1 mol 氧气，森林生态系统释氧量可以根据固碳量计算获取，计算方法见公式 (C.43)：

$$Q_{op} = M_{O_2}/M_{CO_2} \times Q_{CO_2} \quad (C.43)$$

式中： Q_{op} —森林减少的释氧量， $t\cdot O_2/a$ ；

M_{O_2}/M_{CO_2} — CO_2 转化为 O_2 的系数，数值为 32/44。

C.1.5.4 释氧价值量核算方法

采用市场价值法（即医疗制氧价格）核算生态系统提供氧气的价值，计算方法见公式 (C.44)：

$$V_{op}=Q_{op} \times C_o \quad (C.44)$$

式中： V_{op} —受损害的森林释氧减少价值，元/a；

C_o —医疗制氧价格，元/t。

C.1.6 物种保育功能

计算方法见公式（C.45）：

$$V_{biop} = (1 + \sum_{m=1}^x E_m \times 0.1 + \sum_{n=1}^y B_n \times 0.1 + \sum_{r=1}^z O_r \times 0.1) \times S \times S_c \quad (C.45)$$

式中： V_{biop} —物种保育价值，元/a；

E_m —评估区域物种 m 的珍稀濒危指数（见 GB/T 38582）；

B_n —评估区域物种 n 的特有种指数（见 GB/T 38582）；

O_r —评估区域物种 r 的古树年龄指数（见 GB/T 38582）；

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， hm^2 ；

S_c —栖息地单位面积的保育成本，元/ hm^2 ，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的运行维护费用。

C.1.7 文化服务功能

C.1.7.1 方法一

参照 GB/T 38582 中关于文化服务功能实物量和价值量的计算方法。

C.1.7.2 方法二

C.1.7.2.1 文化服务价值实物量核算方法

计算方法见公式（C.46）：

$$EC = Pb_{num} - Pd_{num} \quad (C.46)$$

式中： EC —生态系统文化服务实物量，人次/a；

Pb_{num} —基准年评估区的旅游人次，通过旅游调查问卷、当地统计年鉴或者当地景区管理经营单位获得评估景区全年旅游人次，可以用评估区上一年全年旅游人次*近五年旅游人次年平均增长率；

Pd_{num} —损害后评估区的旅游人次，通过旅游调查问卷、当地统计年鉴或者当地景区管理经营单位获得评估景区基准年全年旅游人次。

C.1.7.2.2 文化服务价值价值量核算方法

本方法适合在有条件进行调查问卷的地区核算旅游景观的文化服务价值实物量，计算见公式（C.47）：

$$EC_v = Tb_v - Td_v \quad (C.47)$$

式中： EC_v —生态系统文化服务价值量，元/a；

Tb_v —基准年旅游收入（元/a），通过旅游调查问卷、当地统计年鉴或者当地景区管理经营单位获得评估景区全年旅游收入，可以用评估区上一年全年旅游人次收入*近五年旅游人次年平均增长率，旅游收入包括门票收入以及由于景点旅游带来的餐饮、住宿、交通及相关商业收入；

Td_v —森林生态环境受损后的旅游收入，元/a，含义同前。

C.1.7.2.3 旅行费用调查技术要点

a) 调查问卷设计

- 1) 调查问卷主要介绍调查的目的、内容、方式和相关背景；
- 2) 以图文结合的形式将需要调查的森林景区向受访者做详细的展示和介绍；
- 3) 调查问卷表：以封闭式选项对被受访者的相关信息及其在森林景点旅游的相关信息进行调查；
- 4) 受访者的基本信息：在问卷中对容易混淆的问题设计 1~2 个可以互证的问题，证实受访者对问题理解正确，提高问卷的有效性，整个调查问卷的总体答题时间一般控制在 10 分钟以内。

b) 调查开展

- 1) 在调查前应对调查人员进行培训，并在小范围开展模拟调查，对调查问卷中出现的问题进行调整；
- 2) 调查人员在现场开展问卷调查时，应保证受访者的随机性和受访者各项基本信息（客源地、年龄、性别、学历和收入等）的大致均匀分布，对每个旅游团最多进行两份问卷调查，对每个家庭只进行一份调查，不对青少年儿童进行调查。对于团队游客，在旅游费用部分只需填写人均成本。
- 3) 在受访者答卷过程中，调查人员应该进行解释，对受访者的疑问及时进行解答，在受访者答完后调查人员应仔细检查问卷，确保所有信息填报完整，并记录调查人员姓名、调查地点、日期、时间、问卷序号等内容，以便事后整理。

c) 调查结果分析

计算方法见公式 (C.48) ~ 公式 (C.51)：

$$EC = CE + TC + CS \quad (C.48)$$

式中： EC —旅行费用；

CE —消费者直接支出，包括交通费用、景区门票费、食宿费、购买旅游商品费用和娱乐休闲费用等，通过调查问卷获取；

TC —时间成本；

CS —消费者剩余。

$$\text{时间价值} = \text{旅行时间} \times \text{客源地平均工资} \quad (C.49)$$

$$TC = \sum_{i=1}^n AW_i \times T_i \quad (C.50)$$

式中： TC —时间成本；

AW_i —不同客源地的日平均工资；

T_i —不同客源地的平均旅行时间；

n —到评估景区旅游的客源地总数量；

i —客源地。

$$CS = \int_{\text{实际旅费}}^{Pm} f(x) dx \quad (C.51)$$

式中： Pm —追加旅费最大值；

$f(x)$ —旅行费用与旅游率的函数关系式。

C.2 森林栖息地陈述支付意愿法

以条件价值评估法为例介绍。

C.2.1 调查问卷设计

- 调查问卷主要介绍调查的目的、内容、方式和相关背景；
- 以图文结合的形式将需要调查的森林栖息地基本情况、生物多样性及其受损害情况向受访者做详细的展示和介绍；
- 调查问卷表：i.单边界二分式：给受访者提供一个投标值，询问其是否同意支付；ii.开放式：以开放式选项对被受访者的相关信息及其对恢复受损森林栖息地愿意支付的金额进行调查；
- 受访者的基本信息：在问卷中对容易混淆的问题设计 1-2 个可以互证的问题，证实受访者对问题理解正确，提高问卷的有效性，整个调查问卷的总体答题时间一般控制在 10 分钟以内。

C.2.2 调查开展

- 在调查前应对调查人员进行培训，并在小范围开展模拟调查，对调查问卷中出现的进行调整；
- 调查人员在现场开展问卷调查时，应选择有意识地保证受访者的随机性和受访者各项基本信息（居住地、年龄、性别、学历和收入等）的大致均匀分布，不对青少年儿童进行调查；
- 在受访者答卷过程中，调查人员应该在旁边进行解释，对受访者的疑问及时解答，在受访者答完后调查人员应仔细检查问卷，确保所有信息填报完整，并记录调查人员姓名、调查地点、日期、时间、问卷序号等内容，以便事后整理。

C.2.3 调查结果分析

通过调查问卷的方式直接考察受访者在假设性市场里的经济行为，通过受访者的回答统计对森林受损害的支付意愿（WTP）或受偿意愿（WTA），进而得到森林生态环境损害。

方法一：单边界二分式问卷模式，计算方法见公式（C.52）：

$$E(WTP) = \frac{1}{-\beta} \ln (1 + e^{\alpha + \sum_{k=1}^K \gamma_k \bar{X}_k}) \quad (C.52)$$

式中： $\bar{X}_k$ —第 n 个被调查者第 i 个选择中包含的第 k 个特性变量的平均值；

K —特性变量的个数；

γ_k —第 k 个特性变量所对应的未知参数；

α 、 β —用最大似然法估计得到的参数。

在对单边界二分式调查结果进行分析时，也可以利用其他推导方式得到的计算公式进行计算。

方法二：开放式问卷模式

根据受访者对受损害森林栖息地的恢复支付意愿或接受补偿意愿来评估受损害森林栖息地的损害价值。计算方法见公式（C.53）：

$$V_d = \sum WTP_j \times P_j \times \varphi_j \quad (C.53)$$

式中： V_d —受损害森林栖息地的损害价值，元/a；

WTP_j — j 地区受访者的人均或户均支付意愿或受偿意愿，元/a；

P_j —调查的第 j 个区域的调查人数或户数；

φ_j —第 j 个区域受访者有支付或受偿意愿问卷占总有效调查问卷数量的比例, %。

附录 D

(资料性附录) 古树名木损害价值评估方法

D.1 古树名木损害价值评估

$$M=K_i \times A(1+a+b+c+d) \quad (\text{D.1})$$

式中： M —古树名木损害价值；

K_i —价值降低比例（见 D.2）；

A —古树名木的基本价值（见 D.3）；

a —生长势调整系数（见 D.4）；

b —树木保护级别调整系数（见 D.5）；

c —树龄调整系数（见 D.6）；

d —树木生长场所调整系数（见 D.7）。

D.2 价值降低比例

古树名木损害分为全部受损与局部受损。

D.2.1 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%的；
- (4) 死亡的。

符合上述情况的界定为全部受损，价值降低比例为 1。

D.2.2 局部受损的界定

主要指发生在古树名木根部、树干和树冠主枝的局部损伤。古树名木价值降低的比例应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按表 D.1 确定。

表 D.1 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

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 (%)
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

D.3 古树名木基本价值

根据古树名木的树种类别,用同类主要规格苗木胸径处横截面积的每平方米单价乘以古树名木胸径或地径处的横截面积,即得出该古树名木的基本价值,也称之为古树名木的树种价值。

D.4 生长势调整系数

生长势调整系数指根据古树名木受损害前的生长势分级标准进行价值调整的系数,见表 D.2。

表 D.2 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); 一般 (70 < 总分 < 90); 较差 (50 < 总分 ≤ 70); 差 (总分 ≤ 50)
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	
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	
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	

对于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。

D.5 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。

D.6 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.7 树木生长场所调整系数

树木生长场所调整系数指根据古树名木生长所处的位置进行古树名木价值调整的系数。生长场所调整系数分别为：远郊野外 1.5，乡村街道 2.0，区县城区 3.0，市区范围 4.0，自然保护地、风景名胜區、森林公园、历史文化街区及历史名园 5.0。

表 D.3 古树名木调查表

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	厘米	地径	厘米
		土层厚度	
胸围	厘米	地围	厘米
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 E

(资料性附录)

生态环境损害简易调查评估表

表 E.1 生态环境损害简易调查评估表

地点： 海拔： 坡度： 坡向： 坡位： 经纬度坐标：
损害事件类型： 森林类型： 总盖度： 乔木层盖度： 乔木平均高度： 平均胸径：
灌木层盖度： 灌木平均高度： 草本层盖度： 草本平均高度： 调查时间： 调查人：

类型	物种	龄组	产期	损害原因	损害时间	受损面积 (单位)	受损数量 (单位)	受损特征	受损程度	资源价值 (单位)	损害评估结果 (单位)	备注
乔木												
灌木												
草本		—										
古树名木		—	—									
野生动物			—			—						
土壤		—	—									
矿产资源		—	—									
其他		—	—									

注：受损程度定量描述，例如面积、密度、数量等损失的百分比；不同树种的龄组及产期划分标准见 GB/T 38590；此表可分开，按不同类型单独做表，开展相应调查记录。

附录 F

(资料性附录)

森林相关术语

F.1 植被

覆盖地表的植物及其群落的总称。

F.2 优势种

在群落中占重要地位，对群落结构和环境的形成具有明显控制作用的物种，通常为数量、体积大或生物量较高的物种。

F.3 建群种

生物群落中，优势层的优势种常称为建群种，个体数量不一定很多，但却能决定群落结构和内部环境条件，是群落的建造者。

F.4 群落

相同时间聚集在同一区域或环境内各种生物种群的集合。

F.5 指示种

其生物学或生态学特性（如出现与缺失、种群密度、传播和繁殖成功率）能够表征其他物种或环境类型、特点或所处状况的物种。

F.6 栖息地

栖息地是指生物生存空间内一系列物理和生物环境因素的总和，包括光线、湿度、筑巢地点等，所有这些因素一起构成适宜于动物居住的某一特殊场所，它能够提供食物和防御捕食者等条件。

F.7 生物多样性

生物多样性是生物（动物、植物、微生物）与环境形成的生态复合体以及与此相关的各种生态过程的总和，包括基因、物种和生态系统三个层次。

F.8 天然林

天然林指天然起源的森林，包括自然形成与人工促进天然更新或者萌生所形成的森林。

F.9 人工林

人工林指通过人工措施形成的森林。

F.10 次生林

次生林是经人为采伐和破坏后，自然恢复起来的森林，一般由先锋树种组成，郁闭较低，大多丧失原始林的森林环境，生态稳定性和生态功能较差。

F.11 郁闭度

指森林中乔木树冠在阳光直射下在地面的总投影面积（冠幅）与此林地（林分）总面积的比。

F.12 覆盖度

指植物地上部分的垂直投影面积占统计区域总面积的百分比。

F.13 防护林

以防护为主要目的的森林、林木和灌木丛，包括涵养水源林、水土保持林、防风固沙林、农田防护林、草场防护林、护岸林、护路林、自然灾害防护林等。

F.14 用材林

以生产木材为主的各类森林和林木以及竹林。

F.15 经济林

以生产果品、食用油料、工业原料和药材等为主要目的的森林和林木。

F.16 能源林

以生产生物质能源为主要目的的森林和林木。

F.17 特种用途林

具有特定用途的林地，包括国防林、实验林、母树林、环境保护林、风景林、名胜古迹和革命纪念地的林木、自然保护地的森林。

F.18 损害程度

林木、林地或森林生态系统所受到损害的严重程度，即其结构或功能指标与基线状态的差距百分比。

生态环境部办公厅

2022 年 7 月 26 日印发

