

# T/HBSF

## 湖北省林业团体标准

T/HBSF 015—2023

### 自然保护区森林生态系统服务价值 评估规范

Specification for Assessment of Forest Ecosystem Services  
in Nature Reserves

2024 - 04 - 12 发布

2024 - 04 - 15 实施

## 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 数据来源 .....	2
5 评估指标体系 .....	2
6 评估思路 .....	3
7 评估方法 .....	3
8 森林生态系统服务总价值 .....	5
附 录 A （资料性） 自然保护地自然属性分级标准 .....	6

## 前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由湖北省林业标准化技术委员会提出、归口并贯宣。

本文件起草单位：湖北省林业科学研究院、中国林业科学研究院森林生态环境与自然保护研究所、华中农业大学。

本文件主要起草人：崔鸿侠、曾立雄、勾蒙蒙、滕明君、潘磊、唐万鹏、胡文杰、杨敬元、余辉亮、李欢欢、宋云瑞、刘彦。

本文件实施应用中存在的疑问或修改意见，可咨询或反馈至湖北省林学会，联系电话：027-87698180，邮箱：hbsf2023@126.com。



# 自然保护地森林生态系统服务价值 评估规范

## 1 范围

本文件规定了自然保护地森林生态系统服务价值评估的术语和定义、数据来源、评估指标体系、评估思路、评估方法及森林生态系统服务总价值计算方法。

本文件适用于森林生态系统类型自然保护区和森林公园生态系统服务价值评估工作，不涉及林地自身价值。

## 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/T 38582 森林生态系统服务功能评估规范

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**自然保护地 nature reserve**

自然保护地是由各级政府依法划定或确认，对重要的自然生态系统、自然遗迹、自然景观及其所承载的自然资源、生态功能和文化价值实施长期保护的区域。

### 3.2

**森林生态系统服务 forest ecosystem services**

人类从乔木林、竹林和灌木林等森林生态系统中获得的各种惠益。

### 3.3

**支持服务 supporting services**

森林生态系统生物多样性维持、养分循环和初级生产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。

### 3.4

**调节服务 regulating services**

人类从森林生态系统水土保持、涵养水源、固碳释氧、净化大气环境等生态系统调节作用获得的各种惠益。

### 3.5

**供给服务 provisioning services**

人类从森林生态系统中获得的木材、食物及生化药剂等各种产品。

### 3.6

**文化服务 cultural services**

人类从森林生态系统中获得的休闲游憩、自然教育、美学享受、科学研究等方面的非物质惠益。

### 3.7

#### 物种资源保育 species resources conservation

森林生态系统为生物物种提供生存与繁衍的场所，从而对其起到保育作用的功能。

### 3.8

#### 原真性 authenticity

自然保护地的生态系统和主要保护对象未受人为干扰、维持自然或原始状况的程度。

### 3.9

#### 典型性 typicality

自然保护地的自然生态状况可反映所处生物地理区域的自然生态状况的程度。

### 3.10

#### 稀有性 rarity

自然保护地内物种、种群、生态系统和生境在自然界现存量的稀有程度。

### 3.11

#### 完整性 integrity

自然保护地内生态系统的组成要素齐备、结构完整及主要功能正常发挥的程度。

## 4 数据来源

本文件所用数据主要有以下来源：

- 1) 国家各部门所属野外生态站开展的长期定位连续观测研究数据集；
- 2) 自然保护地的相关调查和监测数据；
- 3) 生态公益林生态效益监测数据；
- 4) 全国森林资源连续清查数据或森林资源规划设计调查数据；
- 5) 权威机构发布的公共基础数据。

## 5 评估指标体系

自然保护地森林生态系统服务价值评估指标体系见表1，包括4个服务指标，10个功能指标，19个评估指标。

表1 自然保护地森林生态系统服务价值评估指标体系

服务指标	功能指标	评估指标
支持服务	生境维持	物种栖息地维持
	生物多样性保护	物种资源保育
调节服务	水土保持	固土
		减少氮流失
		减少磷流失
		减少钾流失
		减少有机质流失
	涵养水源	调节水量
		净化水质

	固碳释氧	固碳
		释氧
	净化大气环境	提供负离子
		吸收大气污染物
滞尘		
供给服务	林产品	林木资源
		非林木资源
文化服务	森林游憩	森林游憩
	科学研究	科学研究
	自然教育	自然教育

## 6 评估思路

支持服务中的物种资源保育指标，以及调节服务中全部指标采用分布式测算方法，首先将自然保护区森林资源按照优势树种组划分成一级测算单元，再按照林龄组划分为幼龄林、中龄林、近熟林、成熟林、过熟林5个二级测算单元，然后根据自然保护区地理环境，按照海拔、坡度、坡向等划分为若干个三级测算单元，对相对均质化的三级单元分别进行各指标的评估计算，最后逐级累加得到各指标生态服务总价值。

支持服务中的物种栖息地维持指标，以及供给服务和文化服务中全部指标，按照整个自然保护区为测算单元进行各指标的评估计算。

## 7 评估方法

自然保护区森林生态系统服务价值量计算公式见表2。

表2 自然保护区森林生态系统服务评估各指标计算公式

评估指标	计算公式	参数说明
物种栖息地维持	$U_{\text{栖息地}} = W_{\text{栖息地}} \times \left( 1 + e^{-\left(\frac{S}{F}-3\right)} \right)$	$U_{\text{栖息地}}$ 为生物栖息地维持价值，单位：元·a <sup>-1</sup> ； $W_{\text{栖息地}}$ 为自然保护区建设及维护资金总和，单位：元·a <sup>-1</sup> ； $e$ 为自然对数的底数； $S$ 为自然保护区内居民人均消费支出，单位：元·人 <sup>-1</sup> ·a <sup>-1</sup> ； $F$ 为自然保护区内居民食品消费支出，单位：元·人 <sup>-1</sup> ·a <sup>-1</sup>
物种资源保育	$U_{\text{生}} = \left( 1 + \sum_m^x E_m \times 0.1 + \sum_n^y B_n \times 0.1 + \sum_r^z O_r \times 0.1 \right) \times S_{\text{生}} \times A \quad (m=1,2,\dots,x; n=1,2,\dots,y; r=1,2,\dots,z)$	$U_{\text{生}}$ 为评估森林年物种资源保育价值，单位：元·a <sup>-1</sup> ； $E_m$ 为评估森林内物种 $m$ 的珍稀濒危指数； $B_n$ 为评估森林内物种 $n$ 的特有种指数； $O_r$ 为评估森林内物种 $r$ 的古树年龄指数； $x$ 为计算珍稀濒危物种数量； $y$ 为计算特有种数量； $z$ 为计算古树物种数量； $S_{\text{生}}$ 为单位面积物种资源保育价值，单位：元·hm <sup>-2</sup> ·a <sup>-1</sup> ； $A$ 为森林面积，单位：hm <sup>2</sup> ；濒危指数、特有种指数、古树年龄指数参考 GB/T38582 中附录 B
固土	$U_{\text{固土}} = A \times (X_2 - X_1) \times C_{\pm} / \rho$	$U_{\text{固土}}$ 为森林年固土价值，单位：元·a <sup>-1</sup> ； $A$ 为森林面积，单位：hm <sup>2</sup> ； $X_2$ 为无林地土壤侵蚀模数，单位：t·hm <sup>-2</sup> ·a <sup>-1</sup> ； $X_1$ 为实测森林土壤侵蚀模数，单位：t·hm <sup>-2</sup> ·a <sup>-1</sup> ； $C_{\pm}$ 为挖取和运输单位体积土方所需费用，单位：元·m <sup>3</sup> ； $\rho$ 为土壤容重，单位：g·cm <sup>-3</sup>

减少氮流失	$U_N = A \times (X_2 - X_1) \times N \times C_1 / R_1$	$U_N$ 为土壤固持减少的氮肥损失价值, 单位: 元·a <sup>-1</sup> ; A 为森林面积, 单位: hm <sup>2</sup> ; $X_2$ 为无林地土壤侵蚀模数, 单位: t·hm <sup>-2</sup> ·a <sup>-1</sup> ; $X_1$ 为实测森林土壤侵蚀模数, 单位: t·hm <sup>-2</sup> ·a <sup>-1</sup> ; N 为土壤含氮量, %; $C_1$ 为磷酸二铵化肥价格, 单位: 元·t <sup>-1</sup> ; $R_1$ 为磷酸二铵化肥含氮量, %
减少磷流失	$U_P = A \times (X_2 - X_1) \times P \times C_1 / R_2$	$U_P$ 为土壤固持减少的磷肥损失价值, 单位: 元·a <sup>-1</sup> ; A 为森林面积, 单位: hm <sup>2</sup> ; $X_2$ 为无林地土壤侵蚀模数, 单位: t·hm <sup>-2</sup> ·a <sup>-1</sup> ; $X_1$ 为实测森林土壤侵蚀模数, 单位: t·hm <sup>-2</sup> ·a <sup>-1</sup> ; P 为土壤含磷量, %; $C_1$ 为磷酸二铵化肥价格, 单位: 元·t <sup>-1</sup> ; $R_2$ 为磷酸二铵化肥含磷量, %
减少钾流失	$U_K = A \times (X_2 - X_1) \times K \times C_2 / R_3$	$U_K$ 为土壤固持减少的钾肥损失价值, 单位: 元·a <sup>-1</sup> ; A 为森林面积, 单位: hm <sup>2</sup> ; $X_2$ 为无林地土壤侵蚀模数, 单位: t·hm <sup>-2</sup> ·a <sup>-1</sup> ; $X_1$ 为实测森林土壤侵蚀模数, 单位: t·hm <sup>-2</sup> ·a <sup>-1</sup> ; K 为土壤含钾量, %; $C_2$ 为氯化钾化肥价格, 单位: 元·t <sup>-1</sup> ; $R_3$ 为氯化钾化肥含钾量, %
减少有机质流失	$U_{\text{有机质}} = A \times (X_2 - X_1) \times M \times C_3$	$U_{\text{有机质}}$ 为土壤固持减少的有机肥损失价值, 单位: 元·a <sup>-1</sup> ; A 为森林面积, 单位: hm <sup>2</sup> ; $X_2$ 为无林地土壤侵蚀模数, 单位: t·hm <sup>-2</sup> ·a <sup>-1</sup> ; $X_1$ 为实测森林土壤侵蚀模数, 单位: t·hm <sup>-2</sup> ·a <sup>-1</sup> ; M 为土壤含有机质质量, %; $C_3$ 为有机肥价格, 单位: 元·t <sup>-1</sup>
调节水量	$U_{\text{调}} = 10A \times (P - E - C) \times C_{\text{库}}$	$U_{\text{调}}$ 为森林年调节水量价值, 单位: 元·a <sup>-1</sup> ; P 为实测林外降水量, 单位: mm·a <sup>-1</sup> ; E 为森林蒸散量, 单位: mm·a <sup>-1</sup> ; C 为地表径流量, 单位: mm·a <sup>-1</sup> ; A 为森林面积, 单位: hm <sup>2</sup> ; $C_{\text{库}}$ 为水资源市场交易价格, 单位: 元·m <sup>-3</sup>
净化水质	$U_{\text{净}} = 10A \times (P - E - C) \times K_{\text{水}}$	$U_{\text{净}}$ 为森林年净化水质价值, 单位: 元·a <sup>-1</sup> ; P 为实测林外降水量, 单位: mm·a <sup>-1</sup> ; E 为森林蒸散量, 单位: mm·a <sup>-1</sup> ; C 为地表径流量, 单位: mm·a <sup>-1</sup> ; A 为森林面积, 单位: hm <sup>2</sup> ; $K_{\text{水}}$ 为水的净化费用, 单位: 元·m <sup>-3</sup>
固碳	$U_{\text{碳}} = A \times (CF \times B_{\text{年}} + G_{\text{土壤固碳}}) \times C_{\text{碳}}$	$U_{\text{碳}}$ 为森林年固碳价值, 单位: 元·a <sup>-1</sup> ; CF 为植物中碳的含量; $B_{\text{年}}$ 为森林年净生产力, 单位: t·hm <sup>-2</sup> ·a <sup>-1</sup> ; $G_{\text{土壤固碳}}$ 为单位面积土壤年固碳量, 单位: t·hm <sup>-2</sup> ·a <sup>-1</sup> ; A 为森林面积, 单位: hm <sup>2</sup> ; $C_{\text{碳}}$ 为固碳价格, 单位: 元·t <sup>-1</sup>
释氧	$U_{\text{氧}} = 1.19A \times B_{\text{年}} \times C_{\text{氧}}$	$U_{\text{氧}}$ 为森林年释放氧气价值, 单位: 元·a <sup>-1</sup> ; $B_{\text{年}}$ 为森林年净生产力, 单位: t·hm <sup>-2</sup> ·a <sup>-1</sup> ; A 为森林面积, 单位: hm <sup>2</sup> ; $C_{\text{氧}}$ 为氧气价格, 单位: 元·t <sup>-1</sup>
提供负离子	$U_{\text{负离子}} = 5.256 \times 10^{15} \times (Q_{\text{负离子}} - 600) \times K_{\text{负离子}} \times A \times H / L$	$U_{\text{负离子}}$ 为森林年提供负离子价值, 单位: 元·a <sup>-1</sup> ; $Q_{\text{负离子}}$ 为实测森林负离子浓度, 单位: 个·cm <sup>-3</sup> ; A 为森林面积, 单位: hm <sup>2</sup> ; H 为森林平均树高, 单位: m; L 为负离子寿命, 单位: min; $K_{\text{负离子}}$ 为负离子生产费用, 单位: 元·个 <sup>-1</sup>
吸收大气污染物	$U_{\text{污染物}} = (Q_{\text{二氧化硫}} \times K_{\text{二氧化硫}} + Q_{\text{氟化物}} \times K_{\text{氟化物}} + Q_{\text{氮氧化物}} \times K_{\text{氮氧化物}}) \times A$	$U_{\text{污染物}}$ 为森林年吸收大气污染物价值, 单位: 元·a <sup>-1</sup> ; $Q_{\text{二氧化硫}}$ 为单位面积森林吸收二氧化硫量, 单位: kg·hm <sup>-2</sup> ·a <sup>-1</sup> ; $Q_{\text{氟化物}}$ 为单位面积森林吸收氟化物量, 单位: kg·hm <sup>-2</sup> ·a <sup>-1</sup> ; $Q_{\text{氮氧化物}}$ 为单位面积森林吸收氮氧化物量, 单位: kg·hm <sup>-2</sup> ·a <sup>-1</sup> ; A 为森林面积, 单位: hm <sup>2</sup> ; $K_{\text{二氧化硫}}$ 为二氧化硫治理费用, 单位: 元·kg <sup>-1</sup> ; $K_{\text{氟化物}}$ 为氟化物治理费用, 单位: 元·kg <sup>-1</sup> ; $K_{\text{氮氧化物}}$ 为氮氧化物治理费用, 单位: 元·kg <sup>-1</sup>

滞尘	$U_{\text{滞尘}}=Q_{\text{TSP}}\times K_{\text{TSP}}\times A$	$U_{\text{滞尘}}$ 为森林年滞尘价值，单位：元·a <sup>-1</sup> ； $Q_{\text{TSP}}$ 为单位面积森林年吸收总悬浮颗粒物量，单位：kg·hm <sup>-2</sup> ·a <sup>-1</sup> ； $K_{\text{TSP}}$ 为降尘清理费用，单位：元·kg <sup>-1</sup> ； $A$ 为森林面积，单位：hm <sup>2</sup>
林木资源	$U_{\text{林木资源}}=\sum_{j=1,2,\dots,n}^n(A_j\times V_j\times P_j)$	$U_{\text{木材产品}}$ 为自然保护地内木材产品价值，单位：元·a <sup>-1</sup> ； $A_j$ 为第 $j$ 种木材产品面积，单位：hm <sup>2</sup> ； $V_j$ 为第 $j$ 种木材产品单位面积蓄积量，单位：m <sup>3</sup> ·hm <sup>-2</sup> ； $P_j$ 为第 $j$ 种木材产品市场价格，单位：元·m <sup>3</sup>
非林木资源	$U_{\text{非林木资源}}=\sum_{j=1,2,\dots,n}^n(A_j\times V_j\times P_j)$	$U_{\text{非木材产品}}$ 为自然保护地内年非木材产品价值，单位：元·a <sup>-1</sup> ； $A_j$ 为第 $j$ 种非木材产品种植面积，单位：hm <sup>2</sup> ； $V_j$ 为第 $j$ 种非木材产品单位面积产量，单位：kg·hm <sup>-2</sup> ； $P_j$ 为第 $j$ 种非木材产品市场价格，单位：元·kg <sup>-1</sup>
森林游憩	$U_{\text{游憩}}=F_{\text{直接}}+F_{\text{间接}}$	$U_{\text{游憩}}$ 为自然保护地年森林游憩价值，单位：元·a <sup>-1</sup> ； $F_{\text{直接}}$ 为自然保护地年度森林旅游门票收入，单位：元·a <sup>-1</sup> ； $F_{\text{间接}}$ 为自然保护地森林旅游直接带动的交通、餐饮、住宿等收入，单位：元·a <sup>-1</sup> 。
科学研究	$U_{\text{科研}}=W_{\text{科研}}/\lambda+N_{\text{论文}}\times C_{\text{论文}}$	$U_{\text{科研}}$ 为自然保护地年科学研究价值；单位：元·a <sup>-1</sup> ； $W_{\text{科研}}$ 为自然保护地近5年科研投入资金总和，单位：元·a <sup>-1</sup> ； $\lambda$ 为恩格尔系数； $N_{\text{论文}}$ 为自然保护地内近5年发表论文篇数； $C_{\text{论文}}$ 为每发表1篇论文投入经费，其中SCI或中文核心期刊按15.0万元/篇，其他公开发行人物论文按8.0万元/篇
自然教育	$U_{\text{自然教育}}=W_{\text{宣教}}/\lambda$	$U_{\text{自然教育}}$ 为自然保护地年自然教育价值；单位：元·a <sup>-1</sup> ； $W_{\text{宣教}}$ 为自然保护地年宣教投入资金总和；单位：元·a <sup>-1</sup> ； $\lambda$ 为恩格尔系数

## 8 森林生态系统服务总价值

自然保护地森林生态系统服务总价值为修正后的各评估指标价值量之和。

$$U_{\text{总}}=F\times U_{\text{加和}}$$

式中： $U_{\text{总}}$ 为自然保护地森林生态系统服务总价值；

$U_{\text{加和}}$ 为自然保护地各森林生态系统服务价值之和；

$F$ 为修正系数，即综合考虑自然保护地原真性、典型性、稀有性、完整性等自然属性。

$$F=1.0+(S_{\text{原真性}}+S_{\text{典型性}}+S_{\text{稀有性}}+S_{\text{完整性}})/40$$

式中： $S_{\text{原真性}}$ 为自然保护地森林生态系统原真性得分；

$S_{\text{典型性}}$ 为自然保护地森林生态系统典型性得分；

$S_{\text{稀有性}}$ 为自然保护地森林生态系统稀有性得分；

$S_{\text{完整性}}$ 为自然保护地森林生态系统完整性得分。

不同自然属性分级标准及得分见附录A。

附录 A  
(资料性)  
自然保护地自然属性分级标准

自然属性	评估标准	赋值
原真性	天然植被面积占自然保护地植被总面积的比例 $\geq 60\%$ ；或自然保护地内 $\geq 50\%$ 的面积无人居住且集中连片、未受侵扰，保持自然状态，自然生境完好。	2
	天然植被占自然保护地植被总面积的比例 $40\% \sim 60\%$ ；或自然保护地内 $30\% \sim 50\%$ 的面积无人居住且集中连片、未受侵扰，其它区域受侵扰或破坏较少，自然生境基本完好。	1
	天然植被占自然保护地植被总面积的比例 $< 40\%$ ；或自然保护地内主要保护区域受到中等强度破坏，系统结构发生变化，自然生境退化。	0
典型性	保护对象在全国或者生物地理区内具有突出代表意义，或在生物地理区或生物进化史上具有世界性代表意义；或包括珍稀濒危野生生物种群的全国性典型集中分布区；或生物旗舰种的主要分布区。	2
	保护对象在全国或者生物地理区内具有代表意义，或在生物地理区或生物进化史上具有全国性代表意义；或包括珍稀濒危野生生物种群的全省性典型集中分布区；或生物旗舰种的一般分布区。	1
	保护对象具有的代表性一般；或在生物地理区或生物进化史上在省内具有代表意义；或包括珍稀濒危野生生物种群的一般或零星分布区。	0
稀有性	国家I级重点保护野生动物或I级重点保护野生植物5种以上；或国家II级重点保护野生植物20种以上，或国家II级重点保护野生动物20种以上；或物种地理分布极窄，仅中国2-3个省特有。	2
	国家I级重点保护野生动物或I级重点保护野生植物2~4种；国家II级重点保护野生动物8~20种，或II级重点保护野生植物8~20种；物种地理分布较窄，或虽广布但局部少见。	1
	国家I级重点保护野生动物或I级重点保护野生植物2种以下；或国家II级重点保护野生动物8种以下；或II级重点保护野生植物8种以下；或物种地理分布宽，或较为常见。	0
完整性	足以维持生态系统的结构和功能，能有效保护现自然保护地范围内全部保护对象，足以维持原自然保护地范围内所有保护物种最小存活种群，且相连相邻区域内无同类型且具有较高保护价值的保护空缺地。	2
	足以维持生态系统的结构和功能，能有效保护现自然保护地范围内主要保护对象，能基本维持原自然保护地范围内主要保护物种最小存活种群；且相连相邻区域内有同类型且具有较高保护价值的保护空缺地。	1
	不易维持生态系统的结构和功能，不足以有效保护主要保护对象，不足以维持主要保护物种最小存活种群，且相连相邻区域内有同类型且具有重要保护价值的保护空缺地。	0