



团体标准

T/LGH XXXX—2026

南方低山丘陵区低质低效林、经果林生态系统退化诊断技术标准

Technical standard for ecosystem degradation diagnosis of low-quality and low-efficiency forests and economic fruit forests in southern low mountain and hilly region

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

2026 - XX - XX 发布

2026 - XX - XX 实施

中国长城绿化促进会 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 诊断基本原则	2
5 诊断指标体系	2
6 诊断技术方法	3
6.1 通用诊断指标计算方法	3
6.2 专项诊断指标计算方法	5
7 诊断结果	6
附录 A（规范性） 预处理与权重计算	8
A.1 数据预处理	8
A.2 指标权重计算	9
参考文献	10

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。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国长城绿化促进会归口。

本文件起草单位：中国林业科学研究院林业研究所、中国科学院城市环境研究所、中国科学院城市环境研究所、中国科学院沈阳应用生态研究所、北京林业大学水土保持学院、国际竹藤中心，中央民族大学生命与环境科学学院、华中农业大学园艺林学学院、安徽省林业科学研究院、中国林业科学研究院热带林业研究所、华中农业大学资源环境学院、华南农业大学资源环境学院。

本文件主要起草人：姜春前、任引、白彦锋、王辉、张旭东、张伟东、齐实、漆良华、郭泺、吴志丰、刘恩、高升华、查同刚、徐永荣、姜春武、刘蕾、吴海龙、贺磊、王慧、贾秀红、周米生、汪思龙、王永健、肖以华、杨庆朋、陈龙池、阴黎明、雷刚、周志翔、舒迎花、裴男才、韩玉国、赵云杰、李乐、郝泽周、张瑜、马博俊、孙启武、张雷、陈雷、彭羽、李素晓、厚凌宇、左舒翟、窦攀烽、祝鹏飞、渠鸿娇、刘畅、麻新颖、胡瑜、王晨百、张建、武耀星、汤志颖、李文婷、贾赵辉。

南方低山丘陵区低质低效林、经果林生态系统退化诊断技术标准

1 范围

本文件规定了南方低山丘陵区低质低效林与经果林生态系统退化的诊断技术流程、指标体系、方法及结果判定。

本文件适用于南方低山丘陵区范围内，对低质低效林和经果生态系统健康状况的评估、退化程度的诊断，为生态修复、经营改造和可持续管理提供技术依据。

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 15776 造林技术规程

GB/T 35377 森林生态系统长期定位观测指标体系

GB/T 38582 森林生态系统服务功能评估规范

GB/T 44351 退化林修复技术规程

HJ 1174 全国生态状况调查评估技术规范——生态问题评估

LY/T 3354 土地退化类型与分级规范

LY/T 1690 低效林改造技术规程

LY/T 1328 油茶栽培技术规程

LY/T 1237 森林土壤有机质的测定及碳氮比的计算

NY/T 975 柑橘栽培技术规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

方低山丘陵区 southern low mountain and hilly region

南方低山丘陵区指中国秦岭—淮河以南、青藏高原以东，东临东海，南临南海，大致介于北纬25°~31°，东经110°~120°之间。这一区域以山地和丘陵为主，海拔多在500米以下，是中国最为低矮的大面积连片山区，其中平原面积小而分散。气候上，该区域主要属于亚热带季风气候，南部（回归线以南）则属于热带季风气候区，特征为夏季高温多雨，冬季低温少雨。是中国“两屏三带”生态格局的重要组成部分，分布有世界同纬度带上面积最大、保存最完整的中亚热带森林生态系统，是我国重要的野生动植物种质基因库。

3.2

生态系统退化 ecosystem degradation

指森林生态系统在自然或人为干扰下，其结构、关键生态过程与服务功能发生可逆或不可逆的逆向演变，表现为生物生产力下降、生物多样性减少、系统稳定性与恢复力减弱的状态

3.3

低质低效林 low quality and low function forest

指受人为或自然因素影响，林分结构和稳定性失调，林木生长发育迟滞，导致林木材质低下、森林生态功能、林产品产量或生物量显著低于同类立地条件下相同林分平均水平，不符合培育目标的林分总称。按起源可分为低质低效次生林和低质低效人工林。

3.4

经果林 economic fruit forest

以生产干鲜果品、食用油料、饮料、调料等非木质林产品为主要经营目的，实行相对集约化栽培管理的经济林分。其退化特征常表现为产量持续下降、品质劣化及树体早衰。

3.5

林分结构 stand structure

指森林群落内林木的组成及其在空间和时间上的分布格局。主要包括树种结构、年龄结构、径级结构、树冠结构和林木的空间分布格局（水平与垂直结构），是决定林分稳定性与功能的基础。

4 诊断基本原则

生态系统退化诊断工作应遵循以下原则：

- 系统性原则：**诊断应统筹考虑生态系统的结构、功能与过程与区域立地特征，通过构建综合性指标体系进行全面评估，揭示退化的整体状态与内在关联。
- 科学性原则：**诊断应以客观调查数据和监测事实为依据，采用经过验证的科学方法、数学模型与标准化流程进行分析，确保方法合理、过程严谨、结果准确。
- 实用性原则：**诊断方法的设计应兼顾科学性、可行性与落地性，确保技术方法清晰规范、指标数据可获得、评价流程可操作、指标数据可通过常规林业调查获取，流程可复制，适配基层业务化应用。
- 针对性原则：**诊断应结合立地条件、林分类型、经营目标设置差异化侧重点，结果应能够明晰退化的主导类型、等级与成因，为制定分类施策、精准高效的生态保护修复与经营措施提供直接依据。
- 保密性原则：**诊断实施方应对诊断获取的森林资源、经营权属信息、调查点位、权利人相关信息等非公开资料和信息予以保密，法律法规另有规定除外；严禁将相关数据用于本诊断外的其他用途。。

5 诊断指标体系

南方低山丘陵区低质低效林、经果林生态系统退化诊断诊断指标体系见表1。其中通用诊断指标适用于低质低效林与经果林共性评价指标。专项指标包括低质低效林专项指标和经果林专项指标，通用指标为必选诊断指标，专项指标按林分类型对应选用。

表 1 低质低效林、经果林生态系统退化诊断诊断指标体系

诊断内容	指标类别	诊断指标	指标定义
通用诊断指标	结构稳定指标	郁闭度	直接反映林分结构的完整性和对光资源的利用能力，直观体现林分生长状况和密度，是林分结构稳定的核心基础指标，， 过低表明结构稀疏。
		林木分布均匀度	揭示乔木层优势种群的空间分布格局，反映林分自然演替或经营水平，分布不均易引发局部竞争过载、林地资源利用效率低下。
		枯立木/濒死木比例	直接指示林分在当前环境下的健康状况和生存压力，是生态系统出现严重胁迫或迈向退化的先兆指标。
	生态功能指标	土壤侵蚀模数	土壤侵蚀模数即单位面积土壤及土壤母质在单位时间内侵蚀量的大小，评估林地水土保持功能的衰退程度，是南方低山丘陵区生态退化核心判定指标。
		枯落物层最大持水率	反映枯落物水源涵养与水文调节能力，是评估林地水土保持、径流拦蓄能力的核心辅助指标。
		土壤有机质含量	作为土壤肥力与健康的核心化学指标，其下降标志着地力衰退，是导致林木生长衰退和生态系统生产力低下的根本原因之一。
	灾害胁迫指标	病虫害危害指数	综合量化生物胁迫的强度与范围，持续的严重危害会直接破坏林分结构，削弱树木生长势，是驱动退化的重要因子。
		外来入侵植物优势度	指示生态系统受到外来物种干扰的程度，入侵种的优

诊断内容	指标类别	诊断指标	指标定义
			势化会排挤乡土植物，破坏原有生态平衡，降低生态功能。
低质低效林指标		单位面积蓄积生长量	核心生产力指标，直接衡量林地培育木材的效率和产出能力，显著低下是判定为低效林的关键依据，是判定低质低效林的核心产出指标。
		目标树种比例	评估林分组成与经营目标的吻合度、乡土树种占比与生态稳定性，比例过低表明林分偏离培育方向、生态功能不足。
经果林指标		单位面积产量	通过计算连续3年单位面积平均产量得到的核心经济产出指标，持续下降是经果林经济功能衰退的直接标志，与土壤、树体、管理等因素密切相关。
		果实品质合格率	反映产品价值和市场竞争力，品质劣化是经果林退化在产品质量层面的表现，常与品种老化、营养失调有关。
		树体衰老指数	综合量化经果林林分群体生理机能衰退状况，是判定经果林经济与生态功能退化的核心生理指标。

6 诊断技术方法

6.1 通用诊断指标计算方法

6.1.1 郁闭度计算方法

郁闭度可采用冠层分析仪或样线法测算。
计算公式为：

$$CD = \frac{Ac}{At} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

CD ——为郁闭度；

Ac ——为林冠垂直投影面积（ m^2 ）；

At ——为标准地总面积（ m^2 ）。

6.1.2 林木分布均匀度计算方法

计算林木分布均匀度时应将标准地划分为至少25个（如5×5）等大小样方进行调查。
计算公式为：

$$U = \frac{S}{\bar{X}} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

$$S = \sqrt{\frac{(X_i - \bar{X})^2}{N-1}} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

U ——均匀度（%）；

S ——为各小样方株数的标准差；

X_i ——第*i*个小样方内的林木株数。

\bar{X} ——为所有小样方的平均株数；

N ——为小样方总数。

6.1.3 枯立木/濒死木比例计算方法

枯立木/濒死木比例为枯立木和濒死木占标准地内林木总数量的比例，濒死木判定标准为树冠叶片凋萎或脱落达2/3以上。

计算公式为：

$$Psn = \frac{Nsn}{Nt} \times 100\% \quad (1)$$

式中：

Psn ——枯立木/濒死木比例（%）；
 Nsn ——标准地内枯立木与濒死木总株数；
 Nt ——标准地内林木总株数。

6.1.4 土壤侵蚀计算方法

土壤侵蚀表示单位面积内的土壤流失量，运用修正土壤流失方程（RULSE）计算得到。RULSE的计算公式为：

$$Q_{sr} = Q_{sep} - Q_{sea} \quad (1)$$

式中：

Q_{sr} ——土壤保持量（ $t/hm^2 \cdot a$ ）；
 Q_{sep} ——潜在土壤侵蚀量（ $t/hm^2 \cdot a$ ）；
 Q_{sea} ——为实际土壤侵蚀量（ $t/hm^2 \cdot a$ ）。

$$Q_{sep} = R \times K \times L \times S \times C \quad (2)$$

$$Q_{sea} = R \times K \times L \times S \times P \quad (3)$$

式中：

R ——降雨侵蚀力因子（ $MJ \cdot mm/hm^2 \cdot h \cdot a$ ）；
 K ——为土壤可蚀性因子（ $t \cdot hm^2 \cdot h/hm^2 \cdot MJ \cdot mm$ ）；
 L ——为坡长因子；
 S ——为坡度因子；
 C ——为植被覆盖因子；
 P ——为人工管理措施因子。

6.1.5 枯落物层最大持水率计算方法

枯落物层最大持水率为单位干重枯落物饱和吸水后所能持有的最大水量，以其占干重的百分比表示，可采用室内浸泡法测定。

计算公式为：

$$W_{max} = \frac{M_{sat} - M_{dry}}{M_{dry}} \times 100\% \quad (1)$$

式中：

W_{max} ——为最大持水率（%）；
 M_{sat} ——为枯落物样品吸水饱和后的重量（g）；
 M_{dry} ——为枯落物样品在65℃下烘干至恒重后的重量（g）。

6.1.6 土壤有机碳含量计算方法

土壤有机质含量的测定可在传统化学分析与遥感技术方法中择一进行。传统方法应依据行业标准LY/T 1237执行。采用重铬酸钾氧化-外加热法进行实验室测定。为获取区域尺度的连续分布数据，也可采用高光谱遥感技术进行估算。该方法利用土壤中有机质对特定光谱波段的吸收和反射特征，通过获取如ZY1-02D、GF-5等高光谱卫星影像或无人机载高光谱数据，结合地面采样点的实测有机质含量，构建光谱反射率与有机质含量之间的反演模型（如随机森林、神经网络等模型），从而实现大范围土壤有机质含量的空间分布进行快速、非接触式估算和制图。

6.1.7 病虫害危害指数计算方法

病虫害危害指数基于病虫害发生的普遍率与严重程度，通过分级赋值计算得出的综合指数。当同时评估病害和虫害时，对每株树取病害等级与虫害等级的最大值作为综合等级，再按同一公式计算综合危害指数，用以比较不同林地或不同处理间的整体病虫害程度。

计算公式为：

$$I = \frac{\sum N_j \times V_j}{N_t \times V_{max}} \times 100 \quad (1)$$

式中：

I ——为危害指数，取值0-100，数值越大表示病虫害危害越严重；

N_j ——为危害程度为j级的林木株数；

V_j ——为j级危害的代表值；

N_t ——调查总株数；

V_{max} ——为最高危害级的代表值，固定为常数4。

表2 树木病害分级表

分级	树木病害判断标准	树木虫害判断标准
0级	无病	无虫害
1级	发病率≤25%或叶果受害面积≤10%	有虫株率 < 20%
2级	25% < 发病率 ≤ 50% 或 10% < 叶果受害面积 ≤ 25%	20% ≤ 有虫株率 < 40%
3级	50% < 发病率 ≤ 75% 或 25% < 叶果受害面积 ≤ 50%	40% ≤ 有虫株率 < 60%
4级	75% < 发病率 或 50% < 叶果受害面积	有虫株率 ≥ 60%

6.1.8 外来入侵植物优势度计算方法

外来入侵植物优势度通过计算样地内外来入侵植物的平均相对盖度表示。

计算公式：

$$DI = \frac{1}{S_{inv}} \times \sum RC_k \quad (1)$$

$$RC_k = \frac{C_k}{C_{total}} \times 100\% \quad (2)$$

式中：

DI ——为入侵植物平均相对盖度（%）；

S_{inv} ——为样地内外来入侵植物物种数；

RC_k ——第k种入侵植物的相对盖度（%）；

C_k ——为第k种入侵植物的实测盖度（%）；

C_{total} ——为所有植物（乔木层除外）的总盖度（%）。

6.2 专项诊断指标计算方法

6.2.1 单位面积蓄积生长量计算方法

单位面积蓄积生长量为单位面积林分每年净增加的木材蓄积量。

计算公式：

$$G = \frac{V_{t2} - V_{t1}}{A \times (t_2 - t_1)} \quad (1)$$

式中：

G ——为蓄积生长量（ $m^3/ha \cdot a$ ）；

V_{t2} , V_{t1} ——分别为前后两期调查的标准地林木总蓄积量（ m^3 ）；

A ——为标准地面积（ ha ）；

t_2 , t_1 ——为调查间隔期（ a ）。

6.2.2 目标树种比例计算方法

目标树种比例为符合林分经营目标，或区域生态修复推荐的乡土树种、珍贵树种的林木蓄积量占林分总蓄积量的百分比。

计算公式：

$$P_t = \frac{V_t}{V_{total}} \times 100\% \quad (1)$$

式中：

P_t ——为目标树种（或乡土树种）蓄积比例（%）；

V_t ——为标准地内所有目标树种的蓄积量之和（ m^3 ）；

V_{total} ——为标准地林木总蓄积量（ m^3 ）。

6.2.3 单位面积产量计算方法

单位面积产量为单位面积果实（或种子等主产品）产量。

计算公式：

$$\bar{Y} = \frac{\sum_{i=1}^3 W_j}{\sum_{i=1}^3 A_j} \quad (1)$$

式中：

\bar{Y} ——为平均单位面积产量（ kg/ha ）；

W_j ——为第 j 年标准地内果实总产量（ kg ）；

A_j ——为第 j 年标准地面积（ ha ）。

6.2.4 果实品质合格率计算方法

果实品质合格率通过随机抽样中，计算符合特定商品果质量标准的果实数量占总果数的百分比获得。果实品质判定应优先引用国家、行业、地方标准，无上述标准可引用合规团标、企标，且需在报告中标注标准编号与名称。

计算公式：

$$R = \frac{N_q}{N_s} \quad (1)$$

式中：

R ——为果实品质合格率（%）；

N_q ——为随机抽取的果实样本中，符合既定商品果质量标准的果实个数；

N_s ——为抽取的果实样本总个数。

6.2.5 树体衰老指数计算方法

基于树龄计算得出的表征树体生理衰退程度的指数。

计算公式：

$$S = \frac{Age}{Age_{max}} \quad (1)$$

式中：

S ——为树体衰老指数（0-100），值越高表明衰老越严重；

Age ——为林分平均树龄（ a ）；

Age_{max} ——为该树种/品种的经济寿命上限（ a ）。

7 诊断结果

生态系统退化程度采用生态系统退化综合指数（Ecosystem Degradation Index, EDI）进行定量判定，计算公式如下：

$$EDI = \sum (Q_i \times W_i) \quad (1)$$

式中：

EDI ——生态系统退化综合指数，取值范围0-1。值越高，林分健康状况越好、退化越轻；值越低，退化程度越严重；

Q_i ——第*i*个诊断指标经标准化处理后的无量纲值；

W_i ——第*i*个诊断指标的权重。

根据 EDI 的计算结果，将林分生态系统退化程度划分为三个等级，如表3所示。

表 3 低质低效林、经果林生态系统退化等级划分标准

退化等级	EDI 值范围	生态特征描述
I级（轻度退化）	$0.75 \leq EDI \leq 1.00$	林分结构基本完整，生态与生产主导功能无显著衰退，受干扰程度较轻，通过封育管护等近自然措施可快速恢复。
II级（中度退化）	$0.50 \leq EDI < 0.75$	林分结构出现明显缺陷（如树种单一、层次缺失），土壤退化或病虫害问题显现，生态与生产功能显著衰退。常规封育管护无法实现有效恢复，需要人工辅助修复措施（如补植、抚育、土壤改良）。
III级（重度退化）	$EDI < 0.50$	林分结构严重失调或崩溃（如树冠稀疏、大量死亡），土壤严重侵蚀，主导功能基本丧失。自然恢复已无法逆转退化趋势，需采取高强度人工干预，如更替树种、工程改造等进行系统重建。

附录 A
(规范性)
预处理与权重计算

A.1 数据预处理

在生态系统退化诊断中，指标的预处理是一个关键步骤，它确保了不同指标可以在同一个标准下进行比较和分析。由于各个指标的量纲和数值范围可能差异很大，直接使用原始数据计算可能会导致某些指标在综合评价中占据过大的比重，从而影响评价结果的准确性和公平性。因此，需要对数据进行标准化或归一化处理，以消除量纲的影响并使得各指标具有可比性。所有诊断指标均需按本附录要求完成预处理后方可进行综合指数计算，数据预处理步骤如下。

A.1.1 确定指标的方向性

首先，需要确定每个指标是正向指标还是负向指标。正向指标意味着指标值越高，生态系统越健康；负向指标则相反，指标值越高，生态系统越有退化风险。南方低山丘陵区低质低效林、经果林生态系统退化诊断指标权重方向见表A.1。

表 A.1 生态系统退化诊断指标权重方向

诊断内容	指标类别	诊断指标	指标方向
通用诊断指标	结构稳定指标	郁闭度	+
		林木分布均匀度	+
		枯立木/濒死木比例	-
	生态功能指标	土壤侵蚀模数	-
		枯落物层最大持水率	+
		土壤有机质含量	+
	灾害胁迫指标	病虫害危害指数	-
		外来入侵植物优势度	-
		单位面积蓄积生长量	+
低质低效林指标		目标树种比例	+
经果林指标		单位面积产量	+
		果实品质合格率	+
		树木衰老指数	-

A.1.2 数据标准化

对于正向指标，通常采用最小-最大标准化方法，将所有数据缩放到[0, 1]的范围内。对于负向指标，可以采用反向的最小-最大标准化，即将数据缩放到[1, 0]的范围内。标准化公式如下：

正向指标标准化（最小-最大标准化）：

$$Z_{ij} = \frac{X_{ij} - X_{minj}}{X_{maxj} - X_{minj}}$$

其中， X_{ij} 是第*i*个样本在第*j*个指标上的原始值， X_{minj} 和 X_{maxj} 分别是第*j*个指标的最小值和最大值， Z_{ij} 是标准化后的值。

负向指标标准化（反向的最小-最大标准化）：

$$Z_{ij} = \frac{X_{maxj} - X_{ij}}{X_{maxj} - X_{minj}}$$

归一化是将数据转换为具有统一比例的过程，这有助于在综合评价中平衡各指标的影响。归一化可以通过以下公式实现：

$$Z'_{ij} = \frac{Z_{ij} - \bar{Z}_j}{\delta_j}$$

其中， \bar{Z}_j 是第*j*个指标标准化值的平均值， δ_j 是第*j*个指标标准化值的标准差， Z'_{ij} 是归一化后的值。

A.2 指标权重计算

本研究采用层次分析法（Analytic Hierarchy Process, AHP）和熵权法（Entropy Weighting Method）相结合的方式，以获得各生态退化诊断指标的权重。层次分析法通过构建判断矩阵和进行一致性检验，反映专家对指标相对重要性的主观判断；熵权法则基于指标数据的客观信息，量化各指标的信息熵，反映指标的离散程度。最终，通过计算两种方法得到的权重的算术平均数，得到各指标的综合权重，计算公式如下：

$$W_j = \frac{W_j^{AHP} + W_j^{Entropy}}{2}$$

式中：

W_j ——第j个指标的综合权重；

W_j^{AHP} ——第j个指标通过层次分析法得到的权重；

$W_j^{Entropy}$ ——第j个指标通过熵权法得到的权重。

参 考 文 献

- [1] 《生态保护红线划定指南》（环办生态〔2017〕48号）
 - [2] 《区域生态质量评价办法（试行）》（环监测〔2021〕99号）
 - [3] 《南方丘陵山地带生态保护和修复重大工程建设规划（2021—2035年）》（林规发〔2021〕123号）
-