

杉木林分质量评价指标体系构建与评价方法

冯发清^{1*}, 陈伟¹, 凌云芳¹, 何明¹, 黄安¹, 庞正轰^{2#}

¹广西壮族自治区国有六万林场, 广西 玉林

²广西人工林种植行业协会, 广西 南宁

收稿日期: 2025年7月23日; 录用日期: 2025年9月16日; 发布日期: 2025年9月24日

摘要

杉木(*Cunninghamia lanceolata*)是我国南方最重要的造林树种之一。杉木林分质量对杉木产业发展影响巨大。目前, 国内外未见杉木林分质量评价方法。为促进杉木林分质量评价研究, 本研究根据层次分析法(Alytic Hierarchy Process)原理, 基于适地适树、分类经营和可持续发展的原则, 采用林分起源、林分结构、林分产能、林分健康、林分价值等5大类36项指标构建杉木林分质量评价指标体系和评价方法; 评价结果分为优秀、良好、中等、及格、不及格5个等级。以广西为例, 按照上述评价方法对2015年广西杉木林分质量进行评价, 结果得80.5分, 为良好等级。

关键词

杉木, 森林质量, 评价指标体系, 评价方法

The Evaluation Indicator System and Evaluation Method of China Fir Forest Quality

Faqing Feng^{1*}, Wei Chen¹, Yunfang Ling¹, Ming He¹, An Huang¹, Zhenghong Pang^{2#}

¹Guangxi State-Owned Liuwan Forest Farm, Yulin Guangxi

²Guangxi Forest Growers Association, Nanning Guangxi

Received: July 23, 2025; accepted: September 16, 2025; published: September 24, 2025

Abstract

China fir (*Cunninghamia lanceolata*) is one of the most important timber forest tree species in south

*第一作者。

#通讯作者。

文章引用: 冯发清, 陈伟, 凌云芳, 何明, 黄安, 庞正轰. 杉木林分质量评价指标体系构建与评价方法[J]. 林业世界, 2025, 14(4): 515-525. DOI: 10.12677/wjf.2025.144062

China. At present, there is not the standard method for China fir forest quality evaluation. In order to provide a feasible method for this species forest quality evaluation and improve high-quality development of China fir, this paper studied the forest quality evaluation that was based on the 5 main aspects (forest origin, forest structure, forest productivity, forest health and forest value) and 36 sub-classified indicators. The evaluation result was divided into 5 grades: excellent, good, medium, pass, fail. Taking Guangxi as an example and according to this evaluation method, China fir forest quality was evaluated in Guangxi in 2015 and the evaluation result score was 80.5 points, which was good class.

Keywords

China Fir, Forest Quality, Evaluation Indicator System, Evaluation Method

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

杉木(*Cunninghamia lanceolata*)是我国也是广西最重要的用材林树种之一。到 2015 年,广西杉木林面积达到 150.38 万 hm^2 ,蓄积量 12,922 万立方米。如何实现杉木高质量可持续发展已成为广西林业迫切需要研究解决的重要课题。广西杉木林分质量如何?迄今为止,未见公开报导。世界自然基金会(WWF)将森林质量定义为“森林在生态、社会和经济效益方面的所有功能与价值总和”。关于森林质量评价,法国、德国、奥地利等欧洲林业发达国家主要从森林蓄积量、木材产量、森林可持续经营措施实施状况、公众对森林提供多种服务功能的满意程度以及基础设施建设等方面对森林资源质量进行评价[1]-[3];在国内,2000 年以来,周洁敏[4]、赵惠勋[5]、毛淑娟[6]以及杨丽[7]-[12]等对区域性森林质量评价方法进行了探索。庞正轰[13]、欧学源[14]等分别对桉树、松树林分质量进行过评价分析,但未涉及到杉木。为促进杉木产业高质量发展,本文按照层次分析法原理构建杉木林分质量评价指标体系,并以《广西森林资源清查成果(2015 年)》杉木数据为例开展林分质量评价,旨在为杉木林分评价提供一种实用方法,为杉木的生产和经营管理提供参考。

2. 林分质量评价方法

本项研究根据层次分析法(Analytic Hierarchy Process)原理,按照适地适树、分类经营、可持续发展的基本原则以及杉木林分内部结构的逻辑关系构建评价指标体系,按照分析、判断、综合的思维方式确定各个评价指标的权重和评分标准进行杉木林分质量评价。

2.1. 林分质量评价的基本原则

适地适树原则。不同区域有着不同的气候、土壤特点,适合不同种类树木生长。杉木是亚热带树种,分布于中国和越南。在我国分布东自江苏、浙江、福建,南至广东、广西、云南,西至四川,北到河南、安徽。适应亚热带气候和土壤条件,只有选择适合杉木生长的立地类型,才能使杉木正常生长,实现丰产稳产。

分类经营原则。根据用途可将杉木林分类型分为公益林和商品林两大类。公益林分为防护林、特用林;商品林分为用材林、经济林、能源林。林种不同,经营目标和管理措施不同。广西是我国重要的杉木生产基地,经营杉木主要目的是获得优质木材;广西是我国最重要的速生丰产林基地,经营杉木以丰产

林为主；广西又是我国重要的生态文明建设地区，生态建设十分重要，杉木在生态环境建设中具有重要地位。林分种类不同，功能定位不同，经营目标和管理措施各不相同。

可持续经营原则。经营杉木用材林既要考虑当下的利益，又要考虑长远利益，做到长、中、短利益相结合。可持续经营最重要的是维持地力，科学经营管理林地，做到林地可持续利用。

综合效益最大化原则。对杉木公益林重点考虑其生态效益和社会效益。对杉木商品林既要重点考虑林分的经济效益，也要适当考虑林分的生态效益和社会效益，使三大效益达到最大化。

评价指标简明易得原则。评价指标应明确清晰，通过森林资源调查或林分因子测定即可获得。

2.2. 评价指标筛选的基本要求

- 系统性：评价指标能够反映杉木人工林生态系统的变化规律及其整体协调性；
- 真实性：评价指标能够反映杉木林分的本质特征；
- 可比性：评价指标有明确的内涵和可度量性；
- 层次性：根据评价指标功能分出不同层次，并有明确的对应关系；
- 实用性：评价指标应操作简便，容易获得。

2.3. 评价指标体系

杉木林分质量评价指标体系可分为二个层级。I 级指标为基本指标：5 项(林分起源，林分结构，林分产能，林分健康，林分价值)；II 级指标为评分指标 36 项，见表 1。

Table 1. Indicator system for the quality evaluation of China fir forest
表 1. 杉木林分质量评价指标体系表

I 级指标 Indicator I	序号 No.	II 级指标 Indicator II	权重 Weigh	计算式 Calculated mode
林分起源 (10 分)	1	天然林面积占比	2	天然杉树面积/杉树总面积
	2	良种使用率	3	良种种植面积/杉木面积
	3	植苗林面积占比	3	植苗造林面积/杉木面积
	4	杉木林面积占比	2	杉木面积/森林总面积
林分结构 (25 分)	5	杉木公益林面积占比	4	杉木公益林面积/杉木面积
	6	杉木商品林面积占比	5	杉木商品林面积/杉木面积
	7	杉木丰产林面积占比	3	杉木丰产林面积/杉木面积
	8	幼龄林面积占比	2	幼龄林面积/杉木面积
	9	中龄林面积占比	2	中龄林面积/杉木面积
	10	近熟林面积占比	2	近熟林面积/杉木面积
	11	成过熟林面积占比	3	成过熟林面积/杉木面积
	12	杉木混交林面积占比	2	杉木混交林面积/杉木面积
	13	乔灌木面积比重	2	林下灌木面积/杉木面积
林分产能 (30 分)	14	单位面积蓄积	3	总蓄积量/杉木面积
	15	幼龄林单位面积蓄积量	2	幼龄林蓄积量/幼龄林面积

续表

	16	中龄林单位面积蓄积量	2	中龄林蓄积量/中龄林面积
	17	近熟林单位面积蓄积量	3	近熟林蓄积量/近熟林面积
	18	成熟林单位面积蓄积量	2	成熟林蓄积量/成熟林面积
	19	单位面积年均生长量	4	年生长量/杉木面积
	20	幼龄林单位面积生长量	2	幼龄林生长量/幼龄林面积
	21	中龄林单位面积生长量	3	中龄林生长量/中龄林面积
	22	近熟林单位面积生长量	3	近熟林生长量/近熟林面积
	23	成熟林单位面积生长量	2	成熟林生长量/成熟林面积
	24	林分平均胸径	2	样地胸径总和/株数
	25	林分平均密度	2	样地总株数/样地面积
林分健康 (10 分)	26	生物灾害	2	有害生物发生面积/杉木面积
	27	森林火灾	2	林火发生面积/杉木面积
	28	气象灾害	2	气象灾害面积/杉木面积
	29	其它自然灾害	2	其它灾害面积/杉木面积
	30	健康林分面积占比	2	健康林分面积/杉木面积
林分价值 (25 分)	31	高产林分面积占比	5	丰产林面积/杉木面积
	32	中产林分面积占比	3	一般林面积/杉木面积
	33	采伐量占比	5	杉木年均采伐量/森林年均采伐量
	34	综合出材率	3	杉木木材产量/杉木采伐量
	35	中大级材产量占比	4	中大径级木材产量/杉木木材产量
	36	单位面积生态价值	5	生态服务总价值/杉木林面积

2.3.1. 林分起源

林分起源是林分质量评价的重要指标。一般来说，良种林、人工林、植苗林的林分质量高于非良种林、飞籽成林、萌芽林。

2.3.2. 林分结构

林分结构指亚林种结构、树种结构、龄组结构、林内植物种类结构等。林分结构不同，其稳定性不同，功能和价值也不同。

2.3.3. 林分产能

林分产能既是林地生产力的反映，也是经营管理水平的重要体现。林分产能评价指标包括单位面积蓄积量、单位面积年均生长量、林分密度、林分径级等。

2.3.4. 林分健康

林分健康状况是林分质量评价的重要指标，包括森林火灾、森林病虫害、气象灾害和其它自然灾害等。

2.3.5. 林分价值

林分价值包括生态价值、社会价值和经济价值。林分经济价值评价指标包括高产林分面积占比、中产林分面积占比、木材径级、出材率等指标。生态价值评价指标为单位面积林地的生态服务功能价值。

2.4. 评价方法

2.4.1. 确定评价指标分数

首先，确定 I 级评价指标权重。I 级评价指标 5 项，分别为林分起源、林分结构、林分产能、林分健康、林分价值。这 5 项评价指标的功能与价值不同，权重不同。林分产能对林分质量有重大影响，权重最高为 30%；林分结构、林分价值对林分质量有重要影响，权重均为 25%；林分起源和林分健康对林分质量有比较重要影响，权重均为 10%。

其次，确定 II 级评价指标权重。共设置评分指标 36 项，平均权重为 2.78%。各评分指标重要性差异较大，权重有所不同。综合各有关咨询专家意见，评分指标权重以 2~4 分为主，个别指标放宽到 5 分或缩小到 1 分。

第三，对 II 级评价指标设定 4 级评分标准：优、良、中、差。例如，在评价用材林单位面积生长量指标时，达到速丰林标准的为优，达到丰产林而低于速丰林标准的为良，达到一般林而低于丰产林标准的为中，低于一般林标准的为差，分别赋 5 分、4 分、3 分、2 分。依此类推。

2.4.2. 确定林分质量评价等级

累计各评价指标分值，根据分值划分森林质量等级，90~100 分为优秀、80~89 分为良好、70~79 分为中等、60~69 分为及格、59 分以下为不及格。见表 2。

Table 2. Grade standard of forest quality evaluation
表 2. 森林分质量评定等级划分标准

评价指标 Indicator	1 级 Grade I	2 级 Grade II	3 级 Grade III	4 级 Grade IV	5 级 Grade V
综合 comprehensiveness	100~90	89~80	79~70	69~60	59
林分起源 Forest origin	10~9	8.9~8.0	7.9~7.0	6.9~6.0	5.9
林分结构 Forest structure	30~28	27~25	24~22	21~19	18
林分产能 Forest productivity	20~18	17~15	14~12	11~9	8
林分健康 Forest health	10~9	8.9~8.0	7.9~7.0	6.9~6.0	5.9
林分价值 Forest value	30~28	27~25	24~22	21~19	18
等级 grade	优秀 excellent	良好 good	中等 medium	及格 pass	不及格 fail

2.4.3. 筛选制约林分质量的关键评价指标

根据各分项评价指标得分率进行排序。得分率越低制约程度越大，关键制约评价指标一般选取 3~5 项。

3. 实例

3.1. 广西杉树资源概况

根据《第九次全国森林资源清查广西森林资源清查成果(2015)》[15], 2015 年广西杉木面积 150.38 万 hm², 占森林面积 1050.10 万 hm² 的 14.32%; 广西杉木资源数据见表 3。

Table 3. Basic data of China fir forest in Guangxi (2015)
表 3. 广西杉木林分基础数据表(2015)

序号 No.	指标 Indicator	单位 Unit	数值 Data
1	全区乔木林面积	万 hm ²	1050.10
2	全区乔木林蓄积	万 m ³	67752.45
3	杉木面积	万 hm ²	150.38
4	杉木蓄积	万 m ³	12922.95
5	杉木公益林面积	万 hm ²	8.91
6	杉木用材林面积	万 hm ²	142.19
7	杉木用材林蓄积	万 m ³	12436.53
8	杉木混交林面积	万 hm ²	15.25
9	杉木幼龄林面积	万 hm ²	90.34
10	杉木中龄林面积	万 hm ²	35.06
11	杉木近熟林面积	万 hm ²	13.46
12	杉木成熟林面积	万 hm ²	10.08
13	杉木过熟林面积	万 hm ²	1.44
14	杉木幼龄林蓄积	万 m ³	4116.9
15	杉木中龄林蓄积	万 m ³	4139.25
16	杉木近熟林蓄积	万 m ³	2535.96
17	杉木成熟林蓄积	万 m ³	1913.80
18	杉木过熟林蓄积	万 m ³	217.04
19	杉木年均生长量	万 m ³ /hm ²	1692.68
20	杉木幼龄林生长量	万 m ³ /hm ²	1019.69
21	杉木中龄林生长量	万 m ³ /hm ²	473.44
22	杉木近熟林生长量	万 m ³ /hm ²	108.86
23	杉木成熟林生长量	万 m ³ /hm ²	85.52
24	杉木过熟林生长量	万 m ³ /hm ²	5.17
25	杉木年均消耗量	万 m ³ /hm ²	1217.27
26	天然林面积占比	%	10.9
27	良种使用率	%	90.0

续表

28	植苗林比重	%	98.0
29	杉木林分面积比重	%	20.1
30	杉木公益林面积占比	%	10.1
31	杉木商品林面积占比	%	89.9
32	杉木丰产林面积占比	%	22.7
33	幼龄林面积占比	%	60.1
34	中龄林面积占比	%	23.3
35	近熟林面积占比	%	8.9
36	成过熟林面积占比	%	7.7
37	杉木混交林面积占比	%	13.6
38	乔灌木面积比重	%	80.0
39	单位面积蓄积	m ³ /hm ²	85.9
40	幼龄林单位面积蓄积量	m ³ /hm ²	45.6
41	中龄林单位面积蓄积量	m ³ /hm ²	118.1
42	近熟林单位面积蓄积量	m ³ /hm ²	188.4
43	成熟林单位面积蓄积量	m ³ /hm ²	189.8
44	单位面积年均生长量	m ³ /hm ²	10.5
45	幼龄林单位面积生长量	m ³ /hm ²	5.0
46	中龄林单位面积生长量	m ³ /hm ²	10.0
47	近熟林单位面积生长量	m ³ /hm ²	12.0
48	成熟林单位面积生长量	m ³ /hm ²	8.0
49	林分平均胸径	cm	15.5
50	林分平均密度	株/hm ²	1250
51	生物灾害发生率	%	0.03
52	森林火灾发生率	%	0
53	气候灾害发生率	%	0.1
54	其它自然灾害发生率	%	0
55	健康林比重	%	96.0
56	高产林分面积比重	%	55.0
57	中产林分面积比重	%	20.0
58	木材产量比重	%	5.0
59	综合出材率	%	70.0
60	中大级木材产量比重	%	43.0
61	单位面积生态价值	万元/hm ²	13.78

3.2. 结果与分析

3.2.1. 林分质量评价结果

从表 4 可见，广西杉木林分质量评价指标得分 80.5 分，为良好等级。

Table 4. Quality evaluation of China fir forest in Guangxi (2015)

表 4. 广西杉木林分质量评价分析表(2015)

I 级指标 Indicator I	序号 No.	II 级指标 Indicator II	权重 Weight	评分标准 Evaluation standard	实值 Data	得分 Score
林分起源 (10 分)	1	天然林面积占比	2	≥20: 2 分; 19~15: 1.5 分; 14~10: 1 分; <10: 0.5 分	10.9	1.0
	2	良种使用率	3	≥90: 3 分; 89~80: 2.5 分; 79~70: 2 分; <70: 1 分	90.0	3.0
	3	植苗林比重	3	≥90: 3 分; 89~80: 2.5 分; 79~70: 2 分; <70: 1 分	100.0	3.0
	4	杉木林分面积比重	2	≥25: 2 分; 24~15: 1.5 分; 14~5: 1 分; <5: 0.5 分	20.1	1.5
林分结构 (25 分)	5	杉木公益林面积占比	4	≥20: 4 分; 19~10: 3 分; 9~5: 2 分; <5: 1 分	10.1	3.0
	6	杉木商品林面积占比	5	≥70: 5 分; 69~50: 4 分; 49~30: 3 分; <30: 2 分	89.9	5.0
	7	杉木丰产林面积占比	3	≥30: 3 分; 29~20: 2 分; 19~10: 1 分; <10: 0.5 分	22.7	2.0
	8	幼龄林面积占比	2	≥20: 2 分; 19~15: 1.5 分; 14~10: 1 分; <10: 0.5 分	60.1	2.0
	9	中龄林面积占比	2	≥20: 2 分; 19~15: 1.5 分; 14~10: 1 分; <10: 0.5 分	23.3	2.0
	10	近熟林面积占比	2	≥20: 2 分; 19~15: 1.5 分; 14~10: 1 分; <10: 0.5 分	8.9	0.5
	11	成过熟林面积占比	3	≥20: 2 分; 19~15: 1.5 分; 14~10: 1 分; <10: 0.5 分	7.7	0.5
	12	杉木混交林面积占比	2	≥20: 2 分; 19~10: 1.5 分; 9~5: 1.0 分; <5: 0.5 分	13.6	1.5
	13	乔灌木面积比重	2	≥80: 2 分; 79~60: 1.5 分; 59~40: 1 分; <40: 0.5 分	80.0	2.0
林分产能 (30 分)	14	单位面积蓄积	3	≥120: 3 分; 119~100: 2.5 分; 99~80: 2 分; <80: 1.5	85.9	2.0
	15	幼龄林单位面积蓄积量	2	≥30: 2 分; 29~20: 1.5 分; 19~10: 1 分; <10: 0.5 分	45.6	2.0
	16	中龄林单位面积蓄积量	2	≥80: 2 分; 79~70: 1.5 分; 69~60: 1 分; <60: 0.5 分	118.1	2.0
	17	近熟林单位面积蓄积量	3	≥120: 3 分; 119~100: 2.5 分; 99~80: 2 分; <80: 1.5 分	188.4	3.0

林分健康
(10 分)

在 I 级评价指标中, 林分起源、林分产能得分率分别为 85.0%、83.3%, 为良好等级; 林分价值、林分结构得分率分别为 74%、78%, 均为中等等级; 林分健康得分率 90.0%, 为优秀等级(见表 5)。

Table 5. Quality evaluation and analysis of China fir forest
表 5. 杉木林分质量评价与分析表

序号 No.	I 级评价指标 Indicator I	权重 Weight	得分 Score	得分率% Scoring rate	评定等级 Grade
1	林分起源	10	8.5	85.0	良好
2	林分结构	25	18.5	74.0	中等
3	林分产能	30	25.0	83.3	良好
4	林分健康	10	9.0	90.0	优秀
5	林分价值	25	19.5	78.0	中等
	合计	100	80.5	80.5	良好

3.2.2. 制约林分质量关键评价指标分析

评价指标得分率越低对林分质量影响越大。在 II 级评价指标中，有 4 项指标得分率低于 50%，它们是制约杉树林分质量提升的关键评价指标。其中天然林面积占比、杉木木材产量占比得分率分别为 50%、40%，对林分质量影响大；近熟林面积占比、成过熟林面积占比得分率分别为 25.0%、16.7%，对林分质量影响极大。这 4 项评价指标权重为 12 分。如果这 4 项指标得分率上升到 90%，其得分就可达 10.8 分(比目前增 6.8 分)，林分质量总体评价得分就可达到 87.3 分，接近优秀等级(见表 6)。

Table 6. Analysis on key indications restricting forest quality of China fir
表 6. 制约杉木林分质量关键指标分析表

序号 No.	II 级指标 Indicator II	权重 Weight	得分 Score	得分率% Scoring rate	制约程度 Restricting grade
1	天然林面积占比	2	1.0	50.0	大
2	近熟林面积占比	2	0.5	25.0	极大
3	成过熟林面积占比	3	0.5	16.7	极大
4	木材产量比重	5	2.0	40.0	大
	合计 total	12	4	33.3	大

4. 结论

- 1) 本项研究根据层次分析法原理从林分起源、林分结构、林分产能、林分健康、林分价值 5 个方面，采用 36 项评价指标构建杉木林分质量评价指标体系，填补了这项研究的空白。评价方法比较系统、全面、简洁、实用。
- 2) 采用评价指标得分率排序法筛选出制约林分质量提升的关键评价指标，可为制订林分质量精准提升方案提供科学依据。
- 3) 本项研究以广西杉木林分质量评价进行了实证，评价结果公正客观。评价结果可为林业经营管理部门提供决策参考。

基金项目

广西林业局 2019 年专项研究课题(2019-01)。

参考文献

- [1] 蒋国洪, 丁良东, 林余益, 等. 法国的森林质量评价管理[J]. 浙江林业, 2006(10): 40-43.
- [2] 联合国粮食及农业组织. 全球森林资源评估 2000 主报告[M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2004.
- [3] 陈雪峰, 黄国胜, 夏宗朝, 等. 全球森林资源评估方法与启示[J]. 林业资源管理, 2005(4): 24-29.
- [4] 周洁敏. 森林资源质量评价方法探讨[J]. 中南林业调查规划, 2001, 20(2): 5-8.
- [5] 赵惠勋, 周晓峰, 王义弘, 等. 森林质量评价标准和评价指标[J]. 东北林业大学学报, 2000(5): 58-61.
- [6] 毛淑娟, 胡月明. 森林质量评价研究探讨[J]. 广东林业科技 2007, 23(2): 67-71.
- [7] 杨丽, 李龙梅, 刘俊芬, 等. 森林资源综合评价指标体系的探讨[J]. 内蒙古林业调查设计, 2006, 29(1): 59-61.
- [8] 窦万星, 代均玉, 孙继文. 森林资源评价浅探[J]. 防护林科技, 2004(4): 81-82.
- [9] 崔世莹, 苏喜友. 森林资源可持续性评价系统的研究[J]. 西部林业科学, 2004, 33(2): 89-93.
- [10] 张建国. 林业经营综合效益评价研究[J]. 林业资源管理, 1994(4): 70-73.
- [11] 武高洁. 县级森林资源质量评价指标体系及评价方法的研究[D]: [博士学位论文]. 北京: 北京林业大学, 2010.
- [12] 庞正轰, 张泽尧, 何春, 等. 广西森林质量主观赋权法评价方法构建与实证[J]. 广西林业科学, 2022, 51(5): 716-722.
- [13] 庞正轰, 张泽尧. 桉树林分质量评价指标体系与评价方法[J]. 桉树科技, 2023, 40(1): 65-72.
- [14] 欧学源, 刘明霞, 莫小刚, 等. 广西松树林分质量评价指标体系与评价方法[J]. 林业世界, 2025, 14(1): 93-103.
- [15] 国家林业局中南森林资源监测中心, 广西林业厅. 第九次全国森林资源清查广西森林资源清查成果(2015) [R]. 2015.