

DH32-29 尾巨桉机械化施肥生长效应分析

朱原立 庞伟灿 李书玲 张超 林波 袁滔 观武 周启华*

(广西国有七坡林场, 广西南宁 530225)

摘要: 本试验通过采用机械开林耕带造林模式和传统造林模式, 设置 3 种不同的处理: 林耕带外沿种植 (T1)、林耕带内侧种植 (T2) 和传统造林 (CK), 探究不同的造林模式对 DH32-29 尾巨桉纯林的生长效应和土壤理化性质的影响。分析发现, T1、T2 胸径和树高生长优于 CK, 分别高出 16.35%、12.5% 和 9.53%、6.89%; 采用机械开林耕带造林模式能有效降低土壤的容重, 有利于疏松土壤, 并且可以显著改善林地的毛管孔隙度和总孔隙度, 在各层的田间持水量上, 均表现出 T1>T2>CK, 并且差异性显著, T1 各层的田间持水量于 CK 相比差异显著, A 层 T1 比 CK 高 16.88%、B 层 T1 比 CK 高 15.46% 和 C 层 T1 比 CK 高 15.86%; 开林耕带整地与传统造林的土壤养分分布存在显著差异, 各养分含量之间的比率不同。开林耕带整地的松土力度大于人工扒带, 说明在一定程度上增大了土壤的孔隙度和田间持水量, 提高了土壤透水性和保水性, 从而有效地改善林地的土壤物理性质并且促进林木对于养分的吸收, 有利于提高 DH32-29 尾巨桉人工林的木材产量。

关键词: DH32-29 尾巨桉; 机械开林耕带造林; 生长效益; 土壤理化性质

Analysis of Growth Effects of Mechanized Fertilization on DH32-29 Eucalyptus grandis Clones

Abstract: This experiment investigates the growth effect of different reforestation patterns and the impact on soil physicochemical properties for DH32-29 pure eucalyptus forests by using the mechanical strip cultivation reforestation model and traditional reforestation model. Three different treatments were set: planting along the edge of the strip (T1), planting on the inner side of the strip (T2), and traditional reforestation (CK). The analysis revealed that both the diameter at breast height (DBH) and tree height of T1 and T2 were higher than those of CK, with an improvement of 16.35%, 12.5%, 9.53%, and 6.89%, respectively. The mechanical strip cultivation reforestation model effectively reduced soil bulk density, favored soil loosening, significantly improved the capillary porosity and total porosity of the forest land. In terms of field water capacity at each layer, T1 > T2 > CK, and the differences were significant. Compared to CK, the field water capacity of T1 in the A layer was higher by 16.88%, in the B layer was higher by 15.46%, and in the C layer was higher by 15.86%. There were significant differences in soil nutrient distribution between strip cultivation and traditional reforestation, with varying ratios among different nutrient contents. The soil loosening intensity of strip cultivation was greater than artificial strip removal, indicating an increased soil porosity and field water capacity to a certain extent. This improved soil permeability, water retention, soil physical properties, and promoted the absorption of nutrients by forest trees, thereby enhancing the wood production of DH32-29 pure eucalyptus plantations.

Keywords: DH32-29 pure eucalyptus; mechanical strip cultivation reforestation; growth benefits; soil physicochemical properties

引言

桉树 (*Eucalyptus*) 是桃金娘科 (*Myrtaceae*) 开花乔木和灌木植物桉树属植物的总称[1], 常绿阔叶、干形通直, 具有速生高产、出材率高和木材密度高等的特点, 作为短轮伐期工业原料树种其经济收益十分显著[2,3]。我国在引种栽培桉树人工林上取得重要成果, 为我国的林业发展和木材战略储备做出巨大贡献。根据全国第九次连续清查的结果, 截至 2018 年底, 我国桉树人工林面积已经超过 546 万 hm^2 [4]。桉树产业发展十分迅速, 特别是苗木市场、种植业和木材产业。据推算, 我国桉树全产业链可以提供 1000 多万就业岗位。在广西, 得益于丰富的桉树人工林资源, 2018 年加工桉树胶合板 150 万 m^3 , 年销售收入达 29.93 亿元[5]。目前, 随着国民经济发展对木材需求量的增大, 国内木材的供应能力严重不足, 市场供需失衡, 导致国内近 50% 的木材需要进口满足[6]。我国南方地区发展桉树的积极性较高, 是我国木材市场的强力支撑点, 但是现有的人工作业方式已经远远不能满足人工林高质量发展的要求。然而, 随着营林的集约化程度越来越高和对技术标准的要求越来越严格, 机械化营林模式已经成为了今后现代林业发展的重要方向, 将逐步替代传统人工作业方式。本试验主要通过研究机械开林耕带造林模式和传统造林模式对 DH32-29 尾巨桉人工林生长效应和土壤理化性质的影响, 为机械化营林提供理论依据和技术参考途径。

材料与方 法

1.1 试验地概况

本试验地位于广西壮族自治区国有七坡林场七坡分场那丹 1 林班 ($108^{\circ} 22' \sim 108^{\circ} 24'E$, $22^{\circ} 68' \sim 22^{\circ} 69'N$), 地处北回归线以南, 属亚热带季风性气候, 常年高温多雨, 且雨热同期, 光照充足, 年平均降雨量约 1500mm。海拔 130~180m, 坡度 $23 \sim 25^{\circ}$ (平均 20 度)。土壤类型为砖红壤, 质地疏松。

1.2 试验设计

试验于 2021 年 12 月开始进行, 选择基础肥力、立地条件和地形条件基本一致的林地, 采用机械开林耕带造林和传统造林两种造林模式, 株行距均为 $1.5\text{m} \times 4\text{m}$ 。其中, 机械开林耕带造林模式开设宽 2.5 m、上下间隔 8 m 的林耕带; 传统造林模式为人工扒带清理林地, 带宽 1.5m, 带内杂草灌木清除干净, 带内杂草灌木砍至 20cm 以下。

2022 年 1 月造林, 苗木为尾巨桉 DH32-29, 苗高 25cm, 均采用“三步植苗造林法”: 第一步根据株行距 $1.5\text{m} \times 4\text{m}$ 挖深 17cm 定植穴; 第二步为定植, 将苗扶正植入穴, 围绕苗径放 1 斤保水剂并回填碎土; 第三步为施基肥, 紧贴苗木左边挖 $20\text{cm} \times 20\text{cm} \times 15\text{cm}$ 的基肥坑, 均匀施放 0.5 斤基肥并充分回填, 以上三个步骤接连完成。

不同的是, 机械开林耕带造林的定植穴需要结合株行距, 将定植穴放置在林耕带的外沿、内侧, 而传统造林的定植穴则严格按照株行距从上往下依次排列。所以, 在这两种不同的造林模式之下, 本试验采用单因素随机区组试验的设计方法, 根据植苗位置的地形区别设置了 3 种不同的处理: 林耕带外沿种植(T1)、

林耕带内侧种植 (T2) 和传统造林 (CK)。

试验林于 2022 年 4 月施桉树专用肥 1 次, 每株 250g, T1、T2 采用机械施肥方式, 挖施肥沟、施肥和回土一次性完成; CK 采用人工传统施肥方式, 先挖施肥沟, 再进行人工施肥, 最后回土。

1.3 试验方法

生长指标的采集

分别在两种造林模式林地的上、中、下三个坡位各分别设置 1 个 20 m×20 m 的标准样地, 共 6 个样地, 于 2023 年 1 月测量并记录标准样地的所有林木的胸径和树高。

土壤采集

在每个标准样地中采用“五点取样法”采集林间土壤样本, 每个采样点分别按 A 层 (0~20 cm)、B 层 (20~40 cm) 和 C 层 (40~60 cm) 进行取样, 并且将同一造林模式、相同土层的上、中、下坡的土壤充分混合, 采取四分法分为 3 份, 作为 3 个重复, 同时采用容积 100cm³ 的不锈钢环刀采集 A、B、C 层土壤, 测定土壤理化性质。

土壤理化性质测定项目与方法

(1) 土壤理化性质。土壤的容重、最大持水量、田间持水量、总孔隙度和毛管孔隙度的测定参考 LY/T 1236-1999《森林土壤颗粒组成(机械组成)的测定》[7], 土壤有机质[8]、全磷[9]、全氮[10]、全钾[11]、速效氮[12]、速效磷[13]和速效钾[14]含量的测定参考国家林业局制定的测定标准。

数据处理

数据采用 Microsoft Excel 2021 软件进行整理, 并且使用 R 4.3.0 进行方差分析和独立样本 t 检验分析不同造林模式下尾巨桉 DH32-29 人工林生长指标和土壤理化性质的差异性。

结果与分析

不同造林模式下尾巨桉 DH32-29 人工林生长状况的变化

机械开林耕带造林模式与传统造林造林模式下尾巨桉 DH32-29 人工林生长指标方差分析的结果显示(表 8), 机械开林耕带造林模式下林分的胸径和树高均优于传统造林模式, 并且表现出极显著 ($P<0.01$) 差异。其中, T1、T2 胸径分别高出 16.35%和 12.5%, 树高分别高出 9.53%和 6.89%。在一定程度上说明采用机械开林耕带造林与机械追肥对 DH32-29 尾巨桉人工的生长效益具有积极的作用。然而, 考虑到机械开林耕带所引起的小地形差异可能会对尾巨桉 DH32-29 的生长产生影响, 经过检验发现 T1 的林木在胸径和树高上都要优于 T2, 其中胸径高出 3.7%, 树高高出 3.22%。

表 8 不同造林模式下 DH32-29 尾巨桉人工林生长指标差异性检验

指标	T1	T2	CK
胸径	5.6±0.04 Aa	5.4±0.05 Ab	4.8±0.10 Bc
树高	6.4±0.03 Aa	6.2±0.04 Bb	5.8±0.08 Bc

注 1 不同大小写字母表示不同的差异显著，小写字母 (P<0.05)，大写字母 (P<0.01)

土壤物理性质的差异性分析

机械开林耕带造林与传统造林方式的土壤物理性质的差异性分析结果表明(表 9),不同造林模式的土壤物理性质均体现出了显著的差异。从整体来看,土壤容重大小表现为 CK>T2>T1, T1 的 B 层(20-40cm)和 C 层(40-60cm)的土壤容重都极显著低于 CK, T2 只有 B 层(20-40cm)低于 CK。并且, T1 的土壤容重随着土壤的深度而下降,表现出了与 T2 和 CK 不一样的变化趋势。土壤容重能够直接反应土壤的紧实程度,对土壤的毛管孔隙度有着重要影响,土壤容重越小,土壤就越疏松。说明机械造林模式在一定程度上可以降低土壤容重,有利于土壤疏松。

在对土壤透水能力和植物根系易生长程度有着重要衡量作用的毛管孔隙度和总孔隙度方面,在 A 层(0-20cm)和 C 层(40-60cm)的度量大小均表现出 T1>T2>CK, 并且两两之间均通过了显著性检验。其中,在 A 层(0-20cm)的毛管孔隙度和总孔隙度, T1 比 CK 高出 64.1%和 31.79%, B 层(20-40cm) T1 比 CK 高出 8.88%和 5.63%, C 层(40-60cm) T1 比 CK 高出 4.16%和 4.04%。而非毛管孔隙度则在整体上体现出 T2 和 CK 优于 T1, CK>T2>T1, 土壤总孔隙度和毛管孔隙度及其占比都随之减小,而非毛管孔隙度及占比随增大。说明机械造林模式在一定程度上要比传统造林模式可以增加土壤的透水能力。

田间持水量反映了植物可利用的土壤水的最大值,也是标定土壤最大吸水能力的关键指标。从表 9 不难发现,在各层的田间持水量上,均表现出 T1>T2>CK, 并且差异性显著, T1 在各层上比 CK 高出 A 层 16.88%、B 层 15.46%和 C 层 15.86%。说明经过机械整地后的林地,提高了其保水抗旱的能力。

表 9 机械开林耕带造林与传统造林方式下桉树人工林林下土壤物理性质的差异性分析

指标	土层/cm	T1	T2	CK
容重/(g*cm ³)	0-20	1.34±0.03 BCc	1.24±0.03 Cd	1.22±0.03 Cd
	20-40	1.35±0.03 BCc	1.4±0.03 ABbc	1.5±0.03 Aa
	40-60	1.22±0.03 Cd	1.45±0.03 ABab	1.48±0.03 Aab
毛管孔隙度%	0-20	36.25±0.04 Cc	23.06±0.04 Hh	22.09±0.04 Ii
	20-40	37.63±0.04 Aa	31.4±0.04 Gg	34.56±0.04 Ff
	40-60	36.8±0.04 Bb	35.58±0.04 Dd	35.33±0.04 Ee
非毛管孔隙度%	0-20	2.88±0.02 Dd	10.19±0.02 Aa	7.6±0.02 Bb
	20-40	1.75±0.02 Hh	5.69±0.02 Cc	2.72±0.02 Ee
	40-60	2.09±0.02 Gg	2.58±0.02 Ff	2.06±0.02 Gg
总孔隙度%	0-20	39.13±0.04 Bb	33.25±0.04 Gg	29.69±0.04 Hh
	20-40	39.38±0.04 Aa	37.09±0.04 Ff	37.28±0.04 Ee
	40-60	38.9±0.04 Cc	38.16±0.04 Dd	37.39±0.04 Ee
田间持水量%	0-20	12.74±0.02 Cc	11±0.02 Gg	10.9±0.02 Hh
	20-40	13.22±0.02 Bb	12.54±0.02 Dd	11.45±0.02 Ff
	40-60	13.44±0.02 Aa	12.71±0.02 Cc	11.6±0.02 Ee

注 2 不同大小写字母表示不同的差异显著, 小写字母 (P<0.05), 大写字母 (P<0.01)

土壤养分含量的差异性分析

由图 8 可知, T1 各层土壤的有机质含量比 T2 和 CK 低, 并且各层之间变化不大。而 T2 和 CK 土壤的有机质含量在 A 层 (0-20cm) 处于较高水平, 但是随着土壤深度的增加而快速降低。T2 各层土壤的全钾含量上都要高于 T1 和 CK; 而速效钾含量方面, T1、T2 和 CK 在 A 层 (0-20cm) 的差异最为显著。采用传统造林各层土壤的全磷和速效磷含量均显著高于采用机械开林耕带造林, 而除了 A 层 (0-20cm) 的速效磷含量 T2 极显著高于 T1 之外, 在其他各层土壤的全磷和速效磷含量并无显著性差异。关于全氮和速效氮含量, 在 A 层 (0-20cm) 和 B 层 (20-40cm) 的土壤中, T2 和 CK 都要高于 T1, 并且具有显著性差异, 而在 C 层 (40-60cm) T1 和 CK 则显著高于 T2。

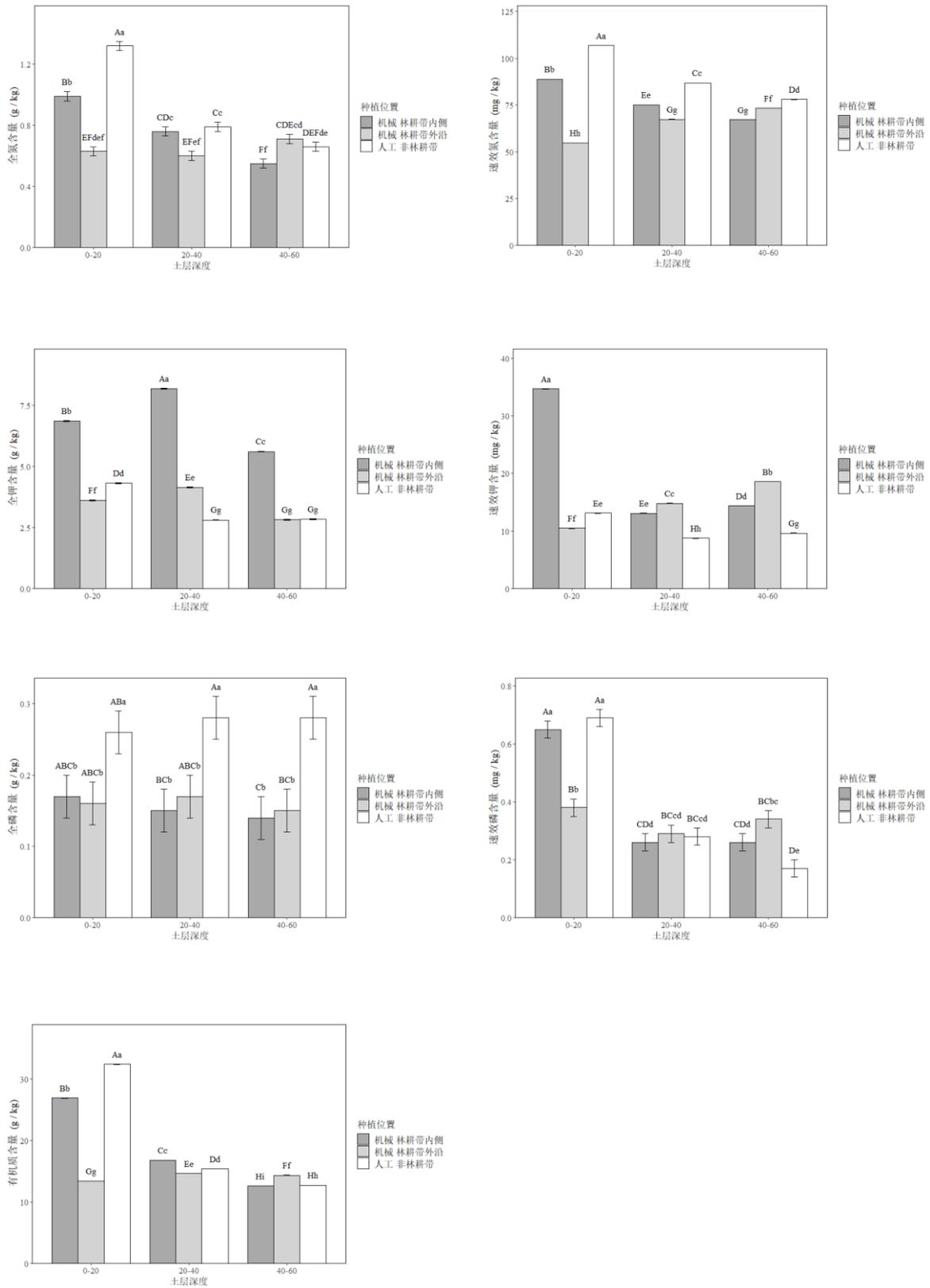


图 8 机械开林耕带造林与传统造林方式下桉树人工林林下土壤养分含量的差异性分析

注 3 不同大小写字母表示不同的差异显著，小写字母 (P<0.05)，大写字母 (P<0.01)

讨论

土壤的物理性质对植物的根系生长有很重要的影响,不同的土壤物理性质直接影响着植物根系的发展,通过改善土壤的物理结构和性质,可以促进植物的生长。在本试验中,初步对比了机械开林耕带造林和传统造林模式下尾巨桉 DH32-29 人工林的生长状况以及土壤理化性质,发现采用机械开林耕带造林模式的生长量及其林下土壤的透水性和保水性更优于传统造林模式。有研究指出,桉树对水的敏感性较高,需水量较大,通过在旱季补水,保持土壤水分含量可以提高桉树人工林的生产量[15]。周建辉[16]经过试验提出土壤接受保存雨水的的能力随着整地规格的提高而增强。周秀梅[17]指出深松可以提高土壤向下的透水性,利于作物的生长。从整地措施来看,机械整地的翻地松土力度大于人工扒带,因此增大了土壤的孔隙度和田间持水量,从而提高了土壤透水性和保水性。所以在同等雨热条件之下,机械开林耕带造林更有利于提高尾巨桉 DH32-29 人工林的木材产量。营养元素状况与林木生长密切相关,有相关研究指出,在桉树栽培中合理的配比 N 和 P 可以有效的促进桉树的生长[18];不同的磷肥比例尾巨桉 DH32-29 无性系苗木苗高、地径有显著的促进作用[19];不同比例的桉树专用肥对桉树吸收元素能力有显著影响[20]。而在本试验中,选用的试验样地立地条件和土壤肥力基本相同,机械开林耕带整地造林与传统造林后的林下土壤养分分布存在显著差异,各养分含量之间的比例不同。笔者认为可能是不同的造林方式影响了 DH32-29 尾巨桉对各养分的吸收与利用,造成了不同的生长表现。其中,在林耕带外沿的土壤养分在整体上都基本低于其他两个处理,这可能是由于机械整地的翻地松土力度较大,修建林耕带翻垦的土壤堆积在林耕带外沿,提高了土壤的水分含量以及空气流通环境,从而促进了 DH32-29 尾巨桉对各养分的吸收,所以在该处理下 DH32-29 尾巨桉的形态表现最优。一些研究也表明,采用机械全垦的模式,可以获得桉树人工林最佳的木材产量[21]。

综上所述,机械造林模式在一定程度上增大了土壤的孔隙度和田间持水量,提高了土壤透水性和保水性,从而有效地改善林地的土壤物理性质并且促进林木对于养分的吸收,有利于提高 DH32-29 尾巨桉人工林的木材产量。

参考文献

- [1] HILL K D, JOHNSON L A. Systematic studies in the eucalypts 7. A revision of the bloodwoods, genus *Corymbia* (Myrtaceae).[J/OL]. *Telopea*, 1995, 6(2/3): 185-504. DOI:10.7751/telopea19953017.
- [2] 卢凯. 尾巨桉无性系 DH32-29 幼树施用微肥的初步研究 [D/OL]. 广西大学, 2016[2023-06-27]. https://kns.cnki.net/kcms2/article/abstract?v=3uoqIhG8C475K0m_zrgu4lQARvvp2SAkkyu7xrzFWukWlYlgpWWcEjavr4X8lLJ-O9GjvXhbj0kGsoLsJBuon1G9QnqWw5zW&uniplatform=NZKPT.
- [3] 王珮璇, 何春, 吴秦展, 等. 立地因子影响桉树人工林土壤质量及材积量的机制[J/OL]. *中南林业科技大学学报*, 2022, 42(3): 80-91+125. DOI:10.14067/j.cnki.1673-923x.2022.03.009.
- [4] 刘涛, 谢耀坚. 中国桉树人工林快速发展动因分析与展望[J/OL]. *桉树科技*, 2020, 37(4): 38-47.

DOI:10.13987/j.cnki.askj.2020.04.07.

- [5] 立青. 广西举行实施林业绿色产业高质量发展新闻发布会[J]. 中国人造板, 2022, 29(1): 48.
- [6] 李秋娟, 毛炎新, 张英豪, 等. 中国原木进口贸易的时空演变、发展困境与趋势展望[J]. 林草政策研究, 2022, 2(1): 56-63.
- [7] 国家林业局. LY/T 1225-1999 森林土壤颗粒组成(机械组成)的测定[S]. 1999.
- [8] 国家林业局. LY/T 1238-1999 森林土壤有机质的测定[S]. 1999.
- [9] 国家林业局. LY/T 1232-1999 森林土壤全磷的测定[S]. 1999.
- [10] 国家林业局. LY/T 1228-1999 森林土壤全氮的测定[S]. 1999.
- [11] 国家林业局. LY/T 1234-1999 森林土壤全钾的测定[S]. 1999.
- [12] 国家林业局. LY/T 1229-1999 森林土壤水解性氮的测定[S]. 1999.
- [13] 国家林业局. LY/T 1233-1999 森林土壤有效磷的测定[S]. 1999.
- [14] 国家林业局. LY/T 1236-1999 森林土壤速效钾的测定[S]. 1999.
- [15] 王志超, 许宇星, 竹万宽, 等. 雷州半岛旱季水肥管理对尾巨桉人工林生长的影响[J/OL]. 桉树科技, 2018, 35(3): 25-30. DOI:10.13987/j.cnki.askj.2018.03.005.
- [16] 周建辉, 王小霞, 杜阿朋. 整地对桉树人工林生态效益的影响[J/OL]. 桉树科技, 2016, 33(3): 1-6. DOI:10.13987/j.cnki.askj.2016.03.002.
- [17] 周秀梅. 不同机械化整地技术对稻田土壤理化性质和水稻产量的影响[J]. 安徽农业科学, 2021, 49(14): 200-202.
- [18] 蒋小兵. 肥料三要素比对桉树生长性状的影响初探[J/OL]. 南方农业, 2023, 17(1): 258-260. DOI:10.19415/j.cnki.1673-890x.2023.01.060.
- [19] 黄平升. 磷肥不同比对桉树苗木生长生理及养分积累的影响[D/OL]. 广西大学, 2017[2023-06-26]. https://kns.cnki.net/kcms2/article/abstract?v=3uoqIhG8C475K0m_zrgu4lQARvvp2SAk-6BvX81hrs37AaEFpExs0C39qu3G4rHbipetTjkonL0vKaE7jpKAh4rurzEMzBB&uniplatform=NZKPT.
- [20] 刘奎, 陆海燕, 赵毅辉, 等. 不同配比桉树专用肥对桉树生长及元素吸收的影响[J]. 北华大学学报(自然科学版), 2018, 19(3): 389-394.
- [21] 陈应彪, 杨曾奖, 蒋虎, 等. 地形因子及整地方式对桉树人工林生长的影响[J]. 热带林业, 2014, 42(1): 23-26.