

人工林树种单一化对生态系统稳定性的影响分析

黄显淼

四川省林业和草原调查规划院 四川 成都 610081

【摘要】：我国是全球人工林面积最大的国家，人工林建设在木材供给、生态修复、水土保持等领域发挥着核心作用，但长期以来规模化种植中普遍存在的树种单一化问题，逐渐成为制约人工林生态系统健康可持续发展的关键瓶颈。树种单一化会直接打破生态系统原有结构平衡，削弱系统自我调节与抗干扰能力，引发生物多样性锐减、土壤地力衰退、病虫害频发、生态服务功能弱化等一系列连锁问题，大幅降低生态系统稳定性。本文结合人工林经营实践与生态系统理论，系统分析树种单一化对生态系统稳定性的多维影响，深挖问题形成的核心成因，针对性提出兼顾经济效益与生态效益的优化对策，为推动人工林生态化、可持续经营提供理论参考与实践思路。

【关键词】：人工林；树种单一化；生态系统稳定性；生物多样性；生态修复

DOI:10.12417/2811-0536.26.07.014

引言

生态系统稳定性是衡量生态系统健康程度的核心指标，主要体现为系统抵御外界干扰的抵抗力稳定性和受干扰后的恢复力稳定性，其核心依托于物种多样性、群落结构复杂性与生态位互补性。人工林树种单一化打破了天然森林群落的多物种共生格局，导致生态系统结构趋于简单化、功能趋于单一化，自身调节能力持续退化，面对病虫害、极端气候、自然灾害等外界干扰时，抵御能力和修复能力大幅下降，甚至出现林地退化、生态功能丧失的问题，违背了人工林建设的长期生态目标。基于此，系统剖析树种单一化对生态系统稳定性的深层影响，破解单一化经营的困境，对实现人工林高质量发展、提升陆地生态系统整体稳定性具有重要的现实意义。

1 人工林树种单一化的内涵与发展现状

人工林树种单一化，是指在人工造林与森林经营过程中，选择单一树种进行大面积、高密度连片种植，形成林分组成单一、群落结构简单、层次分化不明显的人工纯林模式，这类林分通常缺乏林下灌草植被的合理搭配，物种组成高度同质化，与天然混交林的复杂结构形成鲜明对比。从经营目标来看，这类单一化人工林多以速生丰产用材林为主，部分生态公益林也因初期造林规划粗放，采用了单一树种种植模式，进一步扩大了单一化人工林的覆盖范围。从我国人工林发展现状来看，树种单一化问题具有普遍性和区域性特征。北方地区以杨树纯林为主，南方重点林区以杉木、马尾松纯林为核心，西南、华南地区桉树纯林占比较高。多数单一化人工林为同龄林，垂直结构仅存在乔木层，林下植被稀少，生态位空间极度压缩，既没有形成乔、灌、草多层次共生的群落结构，也缺乏

物种间的相互制衡与协同共生机制。虽然单一化种植模式具备造林成本低、抚育管理便捷、木材产量可控的优势，但随着林分生长周期的推进，生态系统的内在缺陷逐步显现，成为影响人工林长期稳定生长的核心隐患。

2 人工林树种单一化对生态系统稳定性的核心影响

2.1 破坏生物多样性，削弱生态系统自我调节能力

生物多样性是生态系统稳定性的核心基础，物种数量越丰富、群落结构越复杂，生态系统的自我调节能力越强，越能通过物种间的制衡与互补抵御外界干扰。人工林树种单一化直接压缩了生物的生存空间，打破了原有食物链与食物网的完整结构，引发从地上植被到地下微生物的全方位生物多样性衰退。单一乔木树种形成密闭林冠后，林下光照、水分、养分分配极度不均，适合林下生长的灌木、草本、蕨类植物难以存活，林下植被覆盖度大幅降低，原本多样化的植物群落逐渐退化为单一乔木主导的极简结构。植被多样性的缺失，进一步导致依赖不同植物生存的昆虫、鸟类、小型哺乳动物失去栖息地与食物来源，植食性、肉食性生物种群数量锐减，生物间的捕食、共生、竞争等生态关系断裂，生态系统内部的自我制衡机制失效。在地下微生物层面，单一树种的凋落物种类单一、化学成分固化，无法为土壤细菌、真菌、放线菌等微生物提供多样化的养分来源，导致土壤微生物群落结构单一、活性下降，而微生物是生态系统物质循环的核心载体，其多样性衰退会进一步加剧整个生态系统的功能退化，最终形成生物多样性降低与生态稳定性下降的恶性循环。

2.2 恶化土壤生态环境，破坏土壤养分循环体系

土壤是森林生态系统的物质基础，土壤肥力与生态环境的稳定性，直接决定森林生态系统的可持续生长能力。天然混交林通过多样化的凋落物分解、根系分泌物互补，实现土壤养分的高效循环与均衡供给，而单一化人工林会持续破坏土壤生态平衡，引发土壤地力衰退、理化性质恶化等问题。单一树种的凋落物种类少、木质化程度高、分解速率缓慢，且凋落物中的碳氮比、纤维素含量固定，无法形成多层次、快分解的凋落物层，导致土壤有机质积累缓慢，氮、磷、钾等矿质养分归还不足，长期处于入不敷出的状态，土壤肥力持续下降。另一方面，单一树种的根系分布层次固定、分泌物成分单一，长期吸收土壤中特定养分，会造成土壤养分偏耗，引发土壤板结、酸化等问题，尤其针叶类单一人工林，长期生长会加剧土壤酸化，破坏土壤胶体结构，降低土壤保水保肥能力。同时，土壤微生物群落因养分单一而退化，进一步降低凋落物分解效率与养分转化效率，使得土壤生态系统的物质循环受阻，林地生产力逐年下降，甚至出现多代连作后林地无法继续培育林木的退化现象，彻底丧失生态与经济价值。

2.3 降低系统抗逆性，加剧病虫害与自然灾害风险

单一化人工林为专食性病虫害提供了大面积的寄主，缺乏其他树种的阻隔与制衡，病虫害一旦爆发，可快速连片蔓延，形成大规模灾害。例如马尾松纯林易爆发松毛虫灾害，杨树纯林易受天牛侵害，杉木纯林易出现叶斑病、立枯病，这类病虫害在单一林分中难以自然控制，往往需要依赖大量化学药剂防治，不仅增加经营成本，还会进一步破坏生态环境，杀伤有益生物，加剧生态系统失衡。在自然灾害抵御方面，单一树种的林分根系结构、植株高度同质化，应对大风、暴雨、干旱、霜冻等极端天气时，缓冲能力极差。例如大面积杨树纯林抗风能力弱，易出现成片倒伏；针叶纯林易燃性高，火灾发生后蔓延速度快，扑救难度大，且灾后恢复周期极长；干旱环境下的单一化人工林，因根系吸水层次单一，整体抗旱能力远低于混交林，极易出现大面积枯亡现象。

2.4 弱化生态服务功能，降低生态系统综合价值

人工林兼具经济价值与生态服务价值，生态服务功能的完整性是衡量其生态效益的核心指标，树种单一化会直接弱化森林生态系统的多重服务功能，导致综合价值大幅下降。在水源涵养与水土保持方面，单一化人工林林下植被稀少，地表裸露度高，枯枝落叶

层薄，拦蓄降水、减少地表径流、保持水土的能力远低于混交林，降水冲刷后易引发水土流失，尤其在山地丘陵区，单一化人工林的水土保持功能缺陷更为突出。在固碳释氧与气候调节方面，单一速生树种的碳汇能力具有阶段性，成熟期后固碳效率下降，且群落结构简单，碳储存空间有限，整体固碳能力低于多样化混交林。在生物保育方面，单一化人工林无法为珍稀濒危物种提供适宜的栖息环境，丧失了生物基因库的核心功能，区域生物多样性保育作用微乎其微。整体来看，单一化人工林仅能实现短期木材供给的单一功能，无法发挥森林生态系统的综合服务价值，与现代林业生态化经营的目标相悖。

2.5 阻碍自然群落演替，加剧生态系统不可逆退化

森林生态系统的自然演替是从简单结构向复杂顶级群落逐步发展的过程，这一过程依赖物种的自然更新与多样化共生，而单一化人工林会阻断自然演替进程，导致生态系统长期处于极简结构，甚至出现不可逆退化。单一树种的自然更新能力较弱，且林下缺乏其他树种的种源，无法实现群落的自然更替，林分成熟后易出现整体老化、生长衰退的现象。同时，长期单一化经营导致土壤环境恶化、生物多样性缺失，即便停止人工干预，生态系统也难以自行恢复为复杂的混交林群落，反而会逐步向灌丛、荒草地退化，生态系统的结构与功能彻底丧失稳定性。这类退化的人工林不仅无法发挥生态效益，还会成为区域生态安全的薄弱环节，修复难度大、成本高，进一步增加林业生态治理的压力。

2.6 人工林树种单一化问题的核心成因

人工林树种单一化问题的形成，并非单一因素导致，而是长期以来林业经营理念、规划模式、管理技术、产业导向等多因素共同作用的结果。

其一，经营理念存在片面性，长期以来人工林经营过度侧重短期经济效益，将木材产量作为核心考核目标，忽视生态系统稳定性与长期生态效益，片面选择速生单一树种，形成了重经济、轻生态的经营导向。

其二，造林规划缺乏科学指导，部分区域的造林工程存在粗放式规划现象。在规划过程中，未充分结合当地气候条件、土壤特性、地形地貌等自然禀赋，未能做到因地制宜筛选乡土树种、构建科学合理的混交林种植模式，反而盲目推广速生纯林。这种违背自然规律的树种配置方式，不仅难以形成稳定的生态系统，还可能影响造林成活率和生态修复效果，无法实现造林工程的长期生态价值。

其三，抚育管理模式粗放，人工林抚育过程中，过度清理林下植被，追求林分整齐度，进一步破坏了群落结构的复杂性，加剧了单一化带来的生态缺陷。

其四，技术支撑与种苗储备不足，乡土树种育苗技术不成熟，混交林培育、抚育、采伐的配套技术体系不完善，林业从业者缺乏生态化经营的专业技能，难以推进多样化人工林建设。

3 提升人工林生态系统稳定性的优化对策

3.1 转变经营理念，树立生态经济协同发展思维

破解人工林树种单一化困境，首要任务是转变传统重经济、轻生态的经营理念，树立经济效益与生态效益协同发展的现代林业经营思维。将生态系统稳定性纳入人工林经营考核体系，摒弃单纯追求速生丰产的纯林模式，兼顾短期木材收益与长期生态保育目标，针对不同区域、不同林种的功能定位，制定差异化经营策略。生态公益林优先以生态稳定性为核心，全面推行混交林模式；用材林在保证合理经济收益的基础上，优化树种配置，降低单一树种占比，实现生态与经济双赢。

3.2 优化树种配置，全面推广混交林培育模式

混交林是解决树种单一化、提升生态系统稳定性的核心路径，造林规划阶段需结合区域自然条件，优先选择乡土树种，遵循生态位互补、种间协同的原则，构建针阔混交、乔灌搭配的多层次混交林模式。根据林地功能差异，选择合适的混交方式，用材林可采用速生树种与乡土阔叶树种混交，兼顾生长速度与生态功能；生态防护林可采用深根与浅根树种混交，提升水土保持与抗逆能力。同时，保留合理的林下植被空间，禁止过度清理灌草，逐步恢复乔、灌、草共生的复杂群落结构，丰富物种多样性。

3.3 完善抚育管理，强化生态监测与退化修复

针对现有单一化人工林，推行精细化抚育管理，逐步开展林分改造，通过补植乡土阔叶树种、适度间

伐纯林植株、保留天然更新幼苗等方式，优化林分结构，逐步向混交林过渡。建立人工林生态监测体系，长期跟踪土壤肥力、生物多样性、病虫害发生、生长态势等指标，及时发现生态退化隐患，提前采取防控措施。对于已退化的单一化人工林，结合土壤改良、树种补植、植被恢复等措施，开展针对性生态修复，逐步恢复生态系统稳定性。

3.4 强化科研支撑，完善配套技术与种苗体系

加大人工林生态化经营科研投入，重点突破乡土树种育苗、混交林培育、病虫害生态防控、退化林地修复等关键技术，构建完善的技术支撑体系。加强乡土树种种苗培育基地建设，解决乡土树种种苗供应不足的问题，为混交林建设提供优质种源。同时，开展林业从业者专业培训，普及生态化经营理念与混交林培育技术，提升基层林业经营水平，推动人工林经营从单一化向多样化、生态化转型。

4 结论

人工林树种单一化是违背生态系统自然规律的经营模式，其对生态系统稳定性的影响具有全局性、长期性和不可逆性，不仅会引发生物多样性衰退、土壤地力恶化、病虫害频发、生态服务功能弱化等一系列问题，还会制约人工林的可持续发展，影响区域生态安全。我国人工林建设已从规模化扩张阶段转向高质量发展阶段，破解树种单一化困境、提升生态系统稳定性，成为现代林业经营的核心任务。通过转变经营理念、优化树种配置、完善抚育管理、强化科研支撑等一系列措施，逐步淘汰单一化纯林模式，推广多样化混交林培育，能够有效恢复人工林生态系统的复杂结构与完整功能，增强系统抵抗力与恢复力稳定性，实现人工林经济价值与生态价值的协同提升。未来林业经营需始终遵循生态系统自然演替规律，兼顾产业发展与生态保护，推动人工林朝着健康、稳定、可持续发展的方向发展，充分发挥其在陆地生态系统中的核心屏障作用。

参考文献：

- [1] 王成海.为生产生物燃料种植单一树种人工林对环境的影响[J].造纸信息,2008,(07):63-64.
- [2] 叶晓丹,王晖,栾军伟,等.南亚热带人工林树种配置对土壤有机碳含量和稳定性的影响[J].生态学报,2025,45(22):11331-11343.
- [3] 宋良友,赵单,黎明,等.湘南地区杉木人工林提质增效树种配置[J].中南林业科技大学学报,2025,45(08):20-28.