

ISSN 1003-6075

CN 43-1095/S

中南林业调查规划

Central South Forest Inventory and Planning

Vol.42 No.2

2023年第2期

ISSN 1003-6075



9 771003 607237

国家林业和草原局中南调查规划院

Central South Academy of Inventory and Planning of NFGA

森林资源调查监测数据的确定性和时效性探讨

曾伟生

(国家林业和草原局林草调查规划院, 北京 100714)

摘要: 森林资源年度调查监测近年来一直备受关注。从森林资源调查监测数据的确定性和时效性分析入手, 提出应从不同确定性的数据赋予不同权重、提高数据时效性需要优先考虑确定性、提高数据时效性还需兼顾衔接可比性等3方面统筹数据的确定性和时效性。最后, 为进一步完善目前的林草湿调查监测工作, 提出3点建议: ①要形成全国一盘棋、国家地方一体化监测的统一认识; ②要明确兼顾衔接性、统筹确定性与时效性的基本思路; ③要深化图斑监测技术要求、图斑监测与样地调查联合出数的具体方法。

关键词: 森林资源; 年度监测; 确定性; 时效性; 衔接性; 可比性

中图分类号: S757.2 文献标识码: B 文章编号: 1003-6075 (2023) 02-0001-06

DOI: 10.16166/j.cnki.cn43-1095.2023.02.001

Discussion on Certainty and Timeliness of Forest Inventory and Monitoring Data

ZENG Weisheng

(Academy of Inventory and Planning of Forest and Grassland of NFGA, Beijing 100714, China)

Abstract: Annual forest inventory and monitoring has been a concern in recent years. Starting from analysis of certainty and timeliness of forest inventory and monitoring data, it was presented to coordinate certainty and timeliness of data from the following three aspects: (i) data with different certainties should be given different weights; (ii) certainty should be given priority to improve data timeliness; (iii) coherence and comparability are necessary to be taken into account for improving data timeliness. Finally, to further improve current forest resources, grassland and wetland inventory and monitoring, the following three suggestions were put forward: ①to form a unified understanding of bearing in mind the whole country, and national and local integrated monitoring; ②to clarify the basic ideas of taking coherence into consideration and balancing certainty and timeliness; ③to deepen the technical requirements of pattern spot monitoring and specific methods of joint estimation of pattern spot monitoring and plot inventory.

Key words: forest resources; annual monitoring; certainty; timeliness; coherence; comparability

自2018年第九次全国森林资源清查结束以来, 在国家机构改革的大背景下, 我国森林资源调查监测体系正在经历前所未有的变革。通过2019—2021年间自然资源部组织开展的全国森林蓄积量调查和国家

林业和草原局组织开展的森林资源年度监测及林草生态综合监测等系列探索和试点后, 2022年初, 部局基本达成共识, 并联合出台了《关于共同做好森林、草原、湿地调查监测工作的意见》^[1]。在此基础上,

* 收稿日期: 2023-02-01

作者简介: 曾伟生(1966—), 男, 湖南涟源人, 教授级高工, 博士, 主要从事森林资源调查监测与林业数学建模等工作。

E-mail: zengweisheng@sohu.com。

部局又联合发文,部署开展了2022年的森林、草原、湿地调查监测工作,并随文印发了《2022年全国森林、草原、湿地调查监测工作方案》和《2022年全国森林、草原、湿地调查监测技术方案》^[2](以下简称《技术方案》)。按照《技术方案》中提出的年度监测总体思路,由国家 and 地方协同开展图斑监测和样地调查,形成点面融合、国家与地方一体的林草湿调查监测成果。实施林草湿年度调查监测后,如何保证与原体系数据的衔接性及年度数据之间的稳定性,是我们必须面对并解决的问题。为此,本文以森林资源调查监测数据为例,专门对资源数据的确定性和时效性问题进行探讨,以期完善森林资源调查监测体系提供决策参考。

1 森林资源调查监测数据的确定性

我国的森林资源调查监测工作,主要包括国家森林资源连续清查(简称“一类调查”)和森林资源规划设计调查(简称“二类调查”)。森林资源调查监测数据分为属性数据和空间数据两大类。一类调查以省(自治区、直辖市,以下简称“省”)为调查总体,基于抽样调查方法,产出具有一定精度的主要森林资源数据(属性数据),为宏观决策和管理服务;二类调查以县级行政区或森林经营单位为调查总体,基于小班调查结合抽样调查的方法,产出落实到小班或山头地块的详细森林资源数据(属性数据+空间数据),为森林经营和管理服务。

一类调查和二类调查服务于不同目的,国家森林资源监测以一类调查为主体,地方森林资源监测以二类调查为主体。由于二类调查数据向上汇总,也能得出全省森林资源数据,这就导致了一类调查和二类调查“两套数”的问题。尽管国家林业局于2005年在《关于进一步规范森林资源清查成果的通知》中明确规定了一类调查和二类调查成果的使用范围^[3],但各省并未严格按文件执行。“两套数”的问题还在业内尤其是各级资源管理部门引发了一类调查和二类调查数据到底哪个更准的争议。这就涉及调查监测数据的确定性问题。确定性是与准确度、精度有关的一个概念,其对应的说法叫不确定性,通常与各种误差有关。

一类调查的面积和蓄积数据都由抽样调查得出,有其相应的精度要求,其中最核心的数据,如森林覆盖率或森林面积、森林蓄积量,都是有精度保证的。按照《森林资源连续清查技术规程》国家标准^[4],

森林面积和森林蓄积量的精度要求分别是:森林面积占全省总面积15%以上的省,精度要求在95%以上,其余各省要求在90%以上;森林蓄积量在5亿 m^3 以上的省,精度要求在95%以上,北京、上海、天津要求在85%以上,其余各省在90%以上。

二类调查的面积数据由小班调查得出,蓄积数据由小班调查和抽样调查综合得出。按照《森林资源规划设计调查技术规程》国家标准^[5],小班面积的允许误差是5%(相当于精度要求95%);小班单位蓄积量的允许误差按A、B、C三级分别为15%、20%、25%,总体抽样控制的精度要求按三种类型分别是以商品林为主的为90%、以公益林为主的为85%、自然保护区和森林公园为80%以上。

仅从以上抽样精度和允许误差要求来看,确实很难评判一类调查和二类调查数据哪个更准确。就面积数据而言,一类调查分了95%和90%两个精度等级,二类调查只有95%这一个精度等级,而且从理论上讲小班数据先汇总到县级,再汇总到市级和省级以后,其精度还应该进一步提高,就如一类数据汇总到全国后其精度会提高一样。但其前提条件是,小班的属性判定和界线区划要符合要求。有丰富森林调查经验的人都知道,除了树种单一的人工林,自然界的森林资源分布普遍存在多样性和异质性。譬如,在乔木林、疏林、灌木林的过渡分布区域,小班界线的划定就存在很大的不确定性。针对同一区域,不同的人完成的小班区划会出现不一样的结果,因为边缘效应、关注效应、斑块的非均质性和小班区划的精细化程度等因素,都会对区划结果造成影响。就蓄积数据而言,一类调查分了95%、90%和85%三个精度等级,二类调查也分了90%、85%和80%三个精度等级。从数字上看二类调查的蓄积量精度要低一个等级,但汇总到省级数据后,其理论精度是可以达到甚至超过一类数据的精度。因此,关键在于调查数据的质量是否客观反映了森林资源的真实状况。

关于一类调查和二类调查数据不一致的问题,主要有技术标准、调查时间和调查质量3个方面的影响因素^[6]。在执行的技术标准(主要是森林划分的标准和蓄积计量标准)和调查时间相同的前提下,调查结果不一致的核心因素是调查质量;另外,可能还存在人为干扰的因素,如一类调查对样地的人为特殊对待,二类调查对不符合预期的结果进行人为调整

等。也有人认为调查方法的不同是造成数据不一致的主要原因之一，但笔者认为调查方法不应该作为数据不可比的因素，方法只是实现目标的手段和途径，正所谓殊途同归。同一个调查总体，若抽样调查和小班调查得出的结果相差甚远（如小班调查结果超出抽样调查的置信区间），无法做出合理解释，说明这两种结果至少有一种是不可靠的。

2 森林资源调查监测数据的时效性

时效性是森林资源调查监测周期有关的一个概念。一类调查的周期为5年，二类调查的周期一般为10年（个别省份也有5年的，如北京）。调查监测周期的确定，主要与服务目的有关。一类调查主要服务于国家宏观决策，与5年一个周期的国民经济与社会发展规划及林业发展规划相适应；二类调查主要服务于地方森林经营，与10年一个周期的森林经理期相适应。随着中国特色社会主义进入新时代，生态文明建设已经成为国家“五位一体”总体布局的重要组成部分。自2016年中共中央办公厅、国务院办公厅联合印发《生态文明建设目标评价考核办法》以后，对生态文明建设目标进行年度评价和定期考核正式付诸实施^[7]。随后，由国家发展改革委、国家统计局、环境保护部、中央组织部制定了《绿色发展指标体系》和《生态文明建设考核目标体系》^[8]，森林覆盖率和森林蓄积量作为两项约束性指标被列入这两个指标体系中，每年产出各省森林覆盖率和森林蓄积量两项主要指标便成为了新需求。现行调查监测体系以5年或10年为周期产出森林资源数据，显然已经无法满足数据的时效性要求，开展年度监测是发展的必然趋势^[9]。

从国外看，美国从1998年第八次清查开始，将定期的森林资源调查体系（FIA）与年度森林健康监测体系（FHM）相结合，形成了新的森林资源调查监测体系（FIM），实施年度监测，每年完成全国范围1/5的样地调查^[10]，其改革后的新方案从2003年开始运行，至今已经20年了；瑞典从2003年开始，通过多次改革，将复查周期从10年恢复到5年，且每年完成全国1/5样地调查，产出年度监测报告^[11]；芬兰从2004—2008年的第十次清查开始，也采用了5年滚动的清查体系，每年调查全国1/5的样地^[12]。总体来看，清查样地每年覆盖全国的做法已成为一种趋势，因为这样可以每年产出

全国的主要森林资源数据，为《京都议定书》和《联合国气候变化框架公约》等国际履约协定提交年度报告^[13]。

为了提高森林资源调查监测数据的时效性，有人从国家层面开展了森林资源年度出数方法的探讨^[14-15]，提出了年度滚动出数、更新预测出数、顺序平移出数、综合折中出数、年度更新出数等多种方法，基于国家森林资源清查数据，每年产出全国的森林覆盖率和森林蓄积量等主要数据。在此基础上，有人进一步对省级森林资源年度出数方法进行了探讨^[16]，提出了省级森林资源年度出数的基本原则和技术思路，并利用辽宁、贵州两省的森林资源连续清查数据，对国际上通行的每年调查1/5样地采用移动平均数进行年度估计的方法作了深入分析，用案例诠释了移动平均数联合估计方法为何取相等的权重是最好的选择。

从5年出数到年度出数，显然是大大提高了数据的时效性。而时效性还有另一层内涵，即年度估计数据是否存在时间上的延迟或滞后^[16]，如采用移动平均数方法得到的联合估计数据，就存在时间上的滞后性，尽管每年可以产出一个最新数据，但这个数据并不是反映当年资源状况的数据。我们可以通过模型技术将不同年度调查的样地数据预测更新到同一年度，但预测更新数据比实际调查数据的确定性低，在改进数据时效性的同时，也降低了数据的确定性。如图1所示，2021年第1组样地是当年复查的，确定性最高，其他4组样地是根据回归模型估计的，确定性降低；2022年第2组样地是当年复查的，确定性最高，第1组样地可通过模型进行预测更新，但确定性会降低，其他3组样地通过回归模型估计，因为与第九次清查的间隔更长，确定性更低；其他年度依此类推。到2025年时，时效性最好的数据是“51 + 52 + 53 + 54 + 55”的联合估计数据，而确定性最好的数据是“11 + 22 + 33 + 44 + 55”的联合估计数据。到底该如何选择？这正是我们要探讨的问题。另外，在经费预算可支持的前提下，也可考虑采取31个省份集中在同一年度完成所有样地调查的做法，将各省份数据统一到相同时间点，但其他年度的数据主要依托模型更新产出，会导致不同年度之间数据的确定性存在差异，还容易引起年度更新数据与定期调查数据之间的不衔接。因此，解决数据确定性与时效性之间的矛盾，便成为摆在我们面前的一道难题。

时 间	第 1 组	第 2 组	第 3 组	第 4 组	第 5 组
第 9 次	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5
---	↓	↓	↓	↓	↓
2021	11	12	13	14	15
2022	21	22	23	24	25
2023	31	32	33	34	35
2024	41	42	43	44	45
2025	51	52	53	54	55

注：从黑色到不同程度的灰色表示数据的不确定性逐渐降低。

图 1 不同分组数据的不确定性差异

3 如何统筹数据的不确定性和时效性

按照林草湿年度调查监测技术方案，森林资源年度监测成果由图斑监测和样地调查联合产出，其中面积数据由图斑监测结果产出，蓄积等储量数据由样地调查结果估计，并将各省总量数据通过模型技术分解落实到各个图斑。由于目前正处在调整改革期，林草湿年度调查监测从 2021 年开始实施才两年时间，样地调查每年完成全国的 1/5，图斑监测正在逐年完善，每年的数据处理方法也在通过研究探索不断进行调整和完善^[17-20]。

3.1 不同确定性的数据应该赋予不同权重

在调整改革期内，从第 1 年到第 5 年，基于样地调查的森林资源数据估计方法每年都会存在差异，但其基本方法是相同的，即基于复查样地和未复查样地的联合估计方法。方法具体为：第 1 年采用“1/5 + 4/5”的联合估计方法，第 2 年采用“2/5 + 3/5”或“1/5 + 1/5 + 3/5”的联合估计方法，第 3 年采用“3/5 + 2/5”或“1/5 + 1/5 + 1/5 + 2/5”的联合估计方法，第 4 年采用“4/5 + 1/5”或“1/5 + 1/5 + 1/5 + 1/5 + 1/5”的联合估计方法，从第 5 年开始将采用移动平均数估计方法^[17,19]。在开展联合估计时，由于不同类型的样地数据在确定性上存在差异，应该根据其确定性大小分别赋予不同的权重。总的原则是，确定性高的数据赋予较大的权重，确定性低的数据赋予较小的权重。譬如，对于 2021 年的数据估计，当年复查的 1/5 样地数据确定性最高，其相对权重也应该最大；尚未复查的 4/5 样地数据，需要根据回归模型进行推算，模型本身会存在误差，通过误差传递会增加数据的不确定性。例如，根据对北京、河北 2021 年样地数据的估计，在森林蓄积量联合估计中，1/5 复查样地数据的权重分别占 30% 和 1/3，大于等权时的 20% 或 1/5；其他 4/5 未复查样地数据的所占权重分别为

70% 和 2/3，小于等权时的 80% 或 4/5。在实际操作中不能把实际调查数据与模型预测数据简单混在一起计算，就是这个道理。这两类数据之所以不能等同，是因为其确定性存在差异。如果对于不同确定性的数据采用等权的方式进行估计，就不能达到最佳的估计效果，当然，这作为一种近似的简化计算方法，在实际应用中也是可以考虑使用等权的方式。

3.2 提高数据时效性需要优先考虑确定性

开展年度监测的首要目的是提高数据的时效性。但是，不能只考虑时效性而不考虑确定性，而且要把确定性摆在优先位置。目前实施的技术路线将各省全部样地分成 5 组，每年完成其中 1 组并采用联合估计，就是基于这样的考虑。如果只强调时效性，仅利用当年完成的 1/5 样地进行森林资源现状估计，其确定性水平将显著低于原来利用全部样地估计的结果，从而会引起年度数据之间的波动，不能客观反映森林资源的变化趋势。这也是采用移动平均数方法进行年度估计所遵循的原则，即宁可损失一定的时效性，也要保证结果的确定性^[10,16]。没有确定性作为保障的数据，即使其时效性再好也是不可用的。时效性与确定性的关系，类似于进度（或数量）与质量的关系。因此，必须在保证数据确定性的前提下，再追求数据的时效性。也就是说，年度数据的产出应该有足够的精度保证。

3.3 提高数据时效性还需兼顾衔接可比性

截至 2018 年，已经连续开展了 9 次全国森林资源清查，每次清查结果都为林业宏观决策提供了重要依据，如森林覆盖率、森林蓄积量等主要指标的五年规划目标及中长期目标，都是依据最新的清查结果来确定的。因此，在改进完善清查体系、提高数据时效性的同时，还要考虑产出的年度数据与原来第九次清查数据尽可能保持衔接，并在技术标准一致的前提下，做到连续可比。如果标准发生了变化，应该同时分析

新旧标准条件下的资源变化情况，如2019年发布的第九次全国森林资源清查（2014—2018年）数据中的森林覆盖率为22.96%，森林蓄积量为175.60亿 m^3 ^[21]，尽管从技术层面分析该数据大体反映的是2016年的状况（实际应滞后2.5年），但社会和公众层面会认为这是2018年清查的最新数据；2022年公布的《2021中国林草资源及生态状况》中最新的森林资源数据（森林覆盖率为24.02%，森林蓄积量为194.93亿 m^3 ）^[22]。从技术层面分析，由于从原来的定期调查改进为年度监测，数据变化应该是从2016至2021年，存在5年的间隔期，但社会和公众层面会认为是2018至2021年，只是隔了3年时间，如果发布的数据按5年增量而不按3年增量，就会存在数据上的不衔接。由于森林的内涵与第九次清查相比略有变化^[22]。森林覆盖率指标的变化尤其是在省级层面上的数据变化很难具有可比性，但对森林蓄积量的影响很小，从森林蓄积量的增量不到20亿 m^3 来推断，应该是考虑了数据的衔接性。

4 建议

森林资源调查监测数据的确定性和时效性，是改进优化现行调查监测体系必须统筹考虑的两个重要方面。基于前述讨论，笔者认为在利用不同确定性的数据进行联合估计时应该分别赋予不同权重，在提高数据时效性时需要优先考虑确定性，并兼顾数据的衔接可比性。鉴于目前正处在调查监测体系的调整改革过渡期，基于现行林草湿调查监测技术方案^[2]，特提出以下几点建议。

4.1 形成全国一盘棋、国家地方一体化监测的统一认识

第九次全国森林资源清查以前，每年完成5~7个省份的调查并产出当年数据，5年汇总一次全国数据。现在调整为每年各省完成1/5样地的调查并全面开展图斑变化监测，每年产出各省和全国数据，到2025年将完成新一轮调查，实现从老体系到新体系的过渡。从第九次清查（2014—2018年）到过渡期结束，不同省份所经历的时间（7~11年）长短不一，因体系调整改革造成的影响也会有不同程度的差异。可能有人会抱怨现在的做法使省级数据的确定性或精度降低了。其实任何方案的确定都是一种折中策略，因为没有万全之策。过渡期内的年度数据，其确定性肯定要低于第九次清查的数据，但调整改革结束

后就可以恢复到原来的水平。调整改革的阵痛是为实现年度出数和全国一盘棋付出的代价。国家与地方两套数的问题是必须解决的，实现国家与地方一体化监测也是大势所趋。因此，大家要形成统一认识，团结一致向前看、往前走，为完善我国林草湿调查监测体系出谋划策、贡献力量。

4.2 明确兼顾衔接性、统筹确定性与时效性的基本思路

在调整改革期内，基于样地调查的森林资源数据估计的基本方法是复查样地和未复查样地的联合估计。由于第九次清查的未复查样地相隔时间太久，直接用来参与联合估计显然达不到时效性的要求，合理的做法是将其先通过抽样回归估计更新到某一年度，再与复查样地数据进行联合估计^[19]。具体更新到哪一年合适，这需要统筹考虑。如果只强调时效性，则应该更新到复查的最新年度；如果还要考虑确定性，则要权衡联合估计结果的误差大小；如果兼顾数据的衔接性，则2025年应该采用前述“11+22+33+44+55”的联合估计数据，也是确定性最好的数据，并以此作为调整目标来确定合适的更新年度，即抽样回归估计更新数据原则上应该往回反推2.5个年度，实际操作时可依各省间隔期长度不同而有所差异。从2025年开始，将完成新旧体系的过渡，后续年度就应按移动平均数方法产出数据。

4.3 深化图斑监测技术要求、改进图斑与样地联合出数的具体方法

前述内容重点针对的是样地调查数据，其实图斑监测数据也同样存在确定性与时效性的问题。譬如遥感数据的应用，可能同一区域既有前一年的高分遥感数据（确定性好但时效性差），也有当年的中分遥感数据（时效性好但确定性差），具体应用就存在取舍或统筹使用的问题。另外，以遥感判读为主、现地验证为辅开展年度变化监测，对植被覆盖明显减少的区域，其判读结果的确定性较高；而对植被覆盖逐渐增加的区域（如未成林造林地逐渐转为幼林、疏林或灌木林逐渐转为乔木林），其判读结果的确定性很低甚至根本就不敏感，如果不充分利用各类森林经营辅助资料或辅以补充调查，就容易导致年度监测结果偏差。此外，各省森林资源管理“一张图”主要源于二类调查及其更新结果，部分省的二类调查与一类调查的结果本来就存在较大差异。原来设想对于差异较大的省份要分步实现图斑数据与样地数据的融合，但

2021年产出各省结果时并未分类考虑,而是一步到位,这样必然会导致这些省份的数据与第九次清查不可比。加上森林的内涵又有调整(主要是国家特别规定的灌木林范围有变,具体见文献[22]附录3的森林面积定义),导致31个省份中有20个省份的森林覆盖率是下降的,影响最大的是广西壮族自治区,其下降幅度甚至超过10%。如果再看分项指标,譬如天然林和人工林、公益林和商品林、国有林和集体林、幼中林和近成过熟林等的面积和蓄积构成,很多省份与第九次清查的结果就更不可比了。因此,有必要对目前一步到位的做法进行反思,客观分析其中的不足,研究提出应对措施,并进一步细化图斑监测的具体流程和技术要求,深化改进图斑监测与样地调查联合出数的具体方法。

参考文献:

- [1] 自然资源部,国家林业和草原局. 自然资源部 国家林业和草原局关于共同做好森林、草原、湿地调查监测工作的意见: 自然资发[2022]5号[S/OL]. (2022-01-14) [2023-02-01]. http://www.forestry.gov.cn/main/4461/20220613/1607390_35930661.html.
- [2] 自然资源部,国家林业和草原局. 自然资源部 国家林业和草原局关于开展2022年全国森林、草原、湿地调查监测工作的通知[R/OL]. (2022-04-02) [2023-02-01]. http://gimnr.gov.cn/202204/t20220402_2732470.html.
- [3] 国家林业局. 国家林业局关于进一步规范森林资源清查成果的通知: 林资发[2006]111号[S/OL]. (2006-06-08) [2023-02-01]. <http://www.forestry.gov.cn/sites/main/main/gov/content.jsp?TID=1149>.
- [4] 国家林业和草原局. 森林资源连续清查技术规程: GB/T 38590—2020[S]. 北京: 中国标准出版社, 2020.
- [5] 国家林业局. 森林资源规划设计调查技术规程: GB/T 26424—2010[S]. 北京: 中国标准出版社, 2010.
- [6] 曾伟生, 周佑明. 森林资源一类和二类调查存在的主要问题与对策[J]. 中南林业调查规划, 2003, 22(4): 8-11.
- [7] 中共中央办公厅, 国务院办公厅. 中共中央办公厅 国务院办公厅印发《生态文明建设目标评价考核办法》[S/OL]. (2016-12-22) [2023-02-01]. http://www.gov.cn/zhengce/2016-12/22/content_5151555.htm.
- [8] 国家发展改革委, 国家统计局, 环境保护部, 等. 发展改革委印发《绿色发展指标体系》和《生态文明建设考核目标体系》的通知: 发改环资[2016]2635号[R/OL]. (2016-12-22) [2023-02-01]. http://www.gov.cn/xinwen/2016-12/22/content_5151575.htm.
- [9] 曾伟生, 蒲莹, 杨学云. 再论全国森林资源年度出数方法[J]. 林业资源管理, 2015(6): 10-15.
- [10] 肖兴威, 姚昌恬, 陈雪峰, 等. 美国森林资源清查的基本做法和启示[J]. 林业资源管理, 2005(2): 27-33.
- [11] 张煜星, 曾伟生, 王雪军. 瑞典森林资源清查及遥感技术应用的基本做法和启示[J]. 林业资源管理, 2016(2): 127-132.
- [12] Tomppo E, Gschwantner T, Lawrence M, et al. National forest inventories: pathways for common reporting[M]. New York: Springer, 2010.
- [13] Vidal C, Alberdi I, Hernandez L, et al. National forest inventories: assessment of wood availability and use[M]. New York: Springer, 2016.
- [14] 曾伟生. 关于森林资源年度监测总体方案的思考[J]. 中南林业调查规划, 2018, 37(2): 1-5.
- [15] 曾伟生. 全国森林资源年度出数方法探讨[J]. 林业资源管理, 2013(1): 26-31.
- [16] 于维莲, 曾伟生, 陈新云. 省级森林资源年度出数方法探讨[J]. 林业资源管理, 2016(1): 32-38.
- [17] 曾伟生, 夏锐. 全国森林资源调查年度出数统计方法探讨[J]. 林业资源管理, 2021(2): 29-35.
- [18] 曾伟生. 森林资源调查监测中的数据耦合方法研究[J]. 林业资源管理, 2022(2): 61-66.
- [19] 曾伟生, 易善军, 蒲莹. 森林资源调查监测年度数据产出方法研究[J]. 中南林业调查规划, 2022, 41(3): 1-6.
- [20] 曾伟生, 杨学云, 孙乡楠, 等. 森林资源调查监测中各级储量数据的一体化方法研究[J]. 林业资源管理, 2022(4): 13-19.
- [21] 国家林业和草原局. 中国森林资源报告: 2014—2018[M]. 北京: 中国林业出版社, 2019.
- [22] 国家林业和草原局. 2021中国林草资源及生态状况[M]. 北京: 中国林业出版社, 2022.

声 明

本期刊已许可中国学术期刊(光盘版)电子杂志社在中国知网及其系列数据库产品中以数字化方式复制、汇编、发行、信息网络传播本刊全文。作者向本刊提交文章发表的行为即视为同意我编辑部上述声明。

《中南林业调查规划》编辑部

湖南省国家级自然保护区管理水平分析

舒 勇¹, 吴小丽², 王志海¹, 胡小燕¹, 彭泰来¹

(1. 国家林业和草原局中南调查规划院, 长沙 410014; 2. 湖南省林业科学院, 长沙 410000)

摘 要: 为确定影响国家级自然保护区管理水平的主要因素, 以湖南省国家级自然保护区管理评估成果为基础, 采用对比分析和相关分析方法分析了湖南省国家级自然保护区管理水平。结果表明: 湖南省 22 个国家级自然保护区平均得分 87.8 分, 其中分数在 85 分以上的自然保护区有 15 个; 不同保护区管理水平存在较大差异, 森林生态系统类型、内陆湿地和水域生态系统类型的保护区平均得分相对较低, 森林生态系统类型的自然保护区平均得分虽处于优等级, 但也存在管理水平参差不齐的现象; 整体上, 湖南省国家级自然保护区管理水平随着规模的增大而提高; 根据评分结果来看, 湘东片区的自然保护区平均得分最低, 主要原因是基础设施建设落后、管理成效差、缺少亮点工作或特色经验; 湖南省国家级自然保护区违法违规建设的现象还少量存在, 在社区发展和综合执法方面还有较大提升空间; 人员配置、基础设施、科研监测、科普宣教、信息化建设 5 个指标是影响湖南省国家级自然保护区的主要因子。最后, 从提高管理水平和巩固管理成效方面提出了建议, 期望为自然保护区实行有效管理提供参考。

关键词: 国家级自然保护区; 类型; 管理水平; 对策; 湖南省

中图分类号: S757.9 **文献标识码:** B **文章编号:** 1003-6075 (2023) 02-0007-05

DOI: 10.16166/j.cnki.cn43-1095.2023.02.002

Analysis on Management Level of National Nature Reserves in Hunan Province

SHU Yong¹, WU Xiaoli², WANG Zhihai¹, HU Xiaoyan¹, PENG Tailai¹

(1. Central South Academy of Inventory and Planning of NFGA, Changsha 410014, Hunan, China;

2. Hunan Academy of Forestry Sciences, Changsha 410000, Hunan, China)

Abstract: In order to determine the main influencing factors, it can provide targeted references for the effective management and scientific decision-making of nature reserves. The study was based on the management evaluation results of national nature reserves in Hunan Province, and analyzed the management status of national nature reserves in Hunan Province by means of comparative analysis and correlation analysis. The research results shows that: The average score of 22 national nature reserves is 87.8, of which 15 nature reserves have scores above 85. There are great differences in the management level of different reserves, the nature reserves of forest ecosystem type, inland wetland and water ecosystem type have lower average scores. In particular, although the average score of nature reserves of the forest ecosystem type is in an excellent grade, there is also a phenomenon of uneven management level. On the whole, the management level of national nature reserves increases with the increase of scale. According to the scoring results, the average score of nature reserves in the eastern Hunan is the lowest, mainly due to backward infrastructure construction, poor management effectiveness, and

* 收稿日期: 2022-09-21
作者简介: 舒勇 (1980—), 男, 湖南洪江人, 高级工程师, 主要从事林业和湿地方面的研究和规划设计工作。

lack of highlight work or characteristic experience. There is still a small amount of illegal construction, and there is great room for improvement in community development and comprehensive law enforcement. Such five indicators as staffing, infrastructure, scientific research monitoring, popular science education, and information construction are the main factors that affect the national nature reserves in Hunan Province. Finally, some suggestions are put forward in terms of improving the management level and consolidating the management effect.

Key words: national nature reserves; type; management level; countermeasures; Hunan Province

自然保护区的建设目的是守护自然生态,保育自然资源,保护生物多样性与地质地貌景观多样性,维护自然生态系统健康稳定,提高生态系统服务功能,维持人与自然和谐共生并永续发展。自我国于1956年在广东省肇庆市鼎湖山建立第一个自然保护区以来^[1],截至2020年底,我国国家级自然保护区数量已达到474个,总面积达 $98.34 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。自然保护区在我国生态系统和生物多样性保护方面发挥了极其关键的作用。同时,我国生态系统类型众多,生态系统面临的挑战和问题也各有不同,加上不同区域经济发展不平衡等因素,导致我国自然保护区管理水平参差不齐、建设成效也不尽相同。为了科学地评价自然保护区的管理水平和成效,并为自然保护区的发展提出有针对性的对策,众多学者对自然保护区的有效管理及评价进行了有益的理论探索^[2],研究了具体的评价方法^[3-4]和评价指标^[5-6],并在国际或国家层面^[7-12]、省级区域层面^[13-17]和自然保护区单体层面^[18-23]进行有效的实践,进一步推动了自然保护区科学管理的发展。

本文以湖南省国家级自然保护区评估结果为基础,从评估打分表涉及的26项评估指标入手,分析了自然保护区管理水平与保护区规模、类型、地理位置之间的关系,研究了基础保障、管理措施、管理成

效、负面影响、亮点工作或特色经验等因子对湖南省自然保护区管理水平的影响,为针对性地提升湖南省国家级自然保护区管理水平提供了建议。

1 研究区概况

湖南省位于我国中部、长江中游,介于 $24^{\circ}38' - 30^{\circ}08' \text{ N}$ 、 $108^{\circ}47' - 114^{\circ}15' \text{ E}$ 之间,总面积为 $21.18 \times 10^4 \text{ km}^2$ ^[24]。境内地貌复杂,东、南、西三面山岭环峙,丘陵盆地内嵌,向北平原敞开^[25]。湖南省属于亚热带季风气候,阴湿多雨,夏热期长。“七山二水一分田”的地貌和湿润的气候条件为湖南丰富多样的生物资源提供了优越的生长条件。自然保护区作为自然资源、生态系统和生物多样性保护的重要手段和载体,在湖南得到了长足的发展。据湖南省林业局自然保护地整合优化数据,截至2020年底,全省省级以上自然保护区数量为53个,落图总面积为 $914\,784.79 \text{ hm}^2$,占全省总面积的4.32%。其中,湖南省有国家级自然保护区23个,除湖南金童山国家级自然保护区外(因原湖南金童山国家级自然保护区现为南山国家公园试点区域之一,本文暂不对其进行评估),其余22个国家级自然保护区落图总面积为 $588\,219.81 \text{ hm}^2$ (表1)。

表1 湖南省国家级自然保护区

保护区类型	数量/个	自然保护地名称(面积/hm ²)
森林生态系统类型	18	湖南炎陵桃源洞国家级自然保护区(24 113.39),湖南南岳衡山国家级自然保护区(17 075.40),湖南舜皇山国家级自然保护区(20 079.26),湖南黄桑国家级自然保护区(12 450.89),湖南壶瓶山国家级自然保护区(66 568.87),湖南乌云界国家级自然保护区(33 799.24),湖南八大公山国家级自然保护区(22 512.36),湖南六步溪国家级自然保护区(13 087.83),湖南八面山国家级自然保护区(10 994.03),湖南莽山国家级自然保护区(19 748.26),湖南都庞岭国家级自然保护区(20 402.30),湖南东安舜皇山国家级自然保护区(13 472.55),湖南阳明山国家级自然保护区(12 798.86),湖南九嶷山国家级自然保护区(10 236.49),湖南借母溪国家级自然保护区(13 484.58),湖南鹰嘴界国家级自然保护区(15 598.18),湖南高望界国家级自然保护区(17 166.65),湖南小溪国家级自然保护区(25 080.05)

续表

表1湖南省国家级自然保护区

保护区类型	数量/个	自然保护地名称(面积/hm ²)
内陆湿地和水域生态系统类型	2	湖南东洞庭湖国家级自然保护区(157 627.54),湖南西洞庭湖国家级自然保护区(31 002.96)
野生动物类型	1	湖南张家界大鲵国家级自然保护区(10 848.32)
野生植物类型	1	湖南白云山国家级自然保护区(20 071.80)

2 研究方法

2.1 评估方法及评价指标

评估工作采取第三方评估的方式,由中国科学院生态环境研究中心牵头,联合本领域的知名高校或科研机构,邀请生物多样性保护、生态系统评价与修

复、自然保护区管理、风景旅游规划等领域的专家组成专家组,指导并参与评估工作。评估工作采取单位自查、遥感分析、内业审核、访问座谈、实地核查、网络监督等方式进行。评估指标体系包括基础保障、管理措施、管理成效、负面影响、亮点工作或特色经验等5个评估内容26个指标(表2)。

表2 评估内容与指标

评估内容	评估指标
基础保障	机构设置 x_1 ,规章制度 x_2 ,人员配置 x_3 ,经费保障 x_4 ,基础设施 x_5 ,总体规划 x_6
管理措施	本底调查 x_7 ,日常巡护 x_8 ,科研监测 x_9 ,生态修复 x_{10} ,科普宣教 x_{11} ,社区发展 x_{12} ,生态旅游 x_{13} ,综合执法 x_{14}
管理成效	保护对象 x_{15} ,人类干扰 x_{16} ,公共服务 x_{17} ,社区关系 x_{18}
负面影响	自然资源资产破坏 x_{19} ,违法违规建设 x_{20} ,灾害防控不力 x_{21}
亮点工作或特色经验	自然资源资产管理 x_{22} ,一区一法 x_{23} ,信息化建设 x_{24} ,重要科技成果 x_{25} ,其他 x_{26}

基础保障、管理措施、管理成效3项内容为基本内容,满分100分,其中基础保障总分为30分,管理措施总分为40分,管理成效总分为30分,根据重要程度确定每个指标的权重。亮点工作或特色经验、负面影响两项为附加内容。其中,负面影响为扣分项,总扣分最高15分;亮点工作或特色经验为加分项,总加分最高10分。综合得分(Z)为所有指标得分之和(扣分项得分为负),综合得分是保护区管理水平高低的体现。以综合得分为基础,结合重大负面影响的发生情况,对自然保护区进行分档:将综合得分 ≥ 85 分的自然保护区评定为优,70~84分的自然保护区评定为良,60~69分的自然保护区评定为合格,<60分的自然保护区评定为不合格。

2.2 数据分析

以自然保护区的自评估和专家评估结果为基础,比较分析了不同类型、不同规模、不同地理区域的自然保护区管理现状。本文通过求算平均值和方差,比较了不同评价指标的得分情况和波动情况,最后采用SPSS 22.0软件进行二元变量的Pearson相关分析,分析各项评估指标相互关系及其对自然保护区管理水平的影响。

3 研究结果

3.1 自然保护区整体管理水平

自然保护区满分得分为110分,湖南省22个国家级自然保护区平均得分87.8分,最高分97分,最低分78分。分数在85分及以上的自然保护区有15个,评定等级为“优”;分数在70~84分的自然保护区有7个,评定等级为“良”。评定结果显示湖南省的国家级自然保护区管理水平整体优良率高,但管理水平存在一定差异。

3.2 不同类型自然保护区管理水平

按自然保护区的不同类型划分,对湖南省22个国家级自然保护区涉及的4种类型分别统计平均得分。其中,野生动物类型的自然保护区1个,平均得分96分;野生植物类型的自然保护区1个,平均得分90分;森林生态系统类型的自然保护区18个,平均得分87.2分;内陆湿地和水域生态系统类型的自然保护区2个,平均得分88分。在森林生态系统类型的自然保护区中,得分在85分及以上的有11个,占61.1%,表明湖南省森林生态系统类型的国家级

自然保护区管理水平整体较高，但也存在管理水平参差不齐的现象，仍有较大提升空间。

3.3 不同规模自然保护区管理水平

按自然保护区规模划分，参与评估的自然保护区面积 $<1.5 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 的有 8 个，平均得分 86.4 分；面积在 $1.5 \times 10^4 \sim 2.0 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 的有 4 个，平均得分 85.8 分；面积在 $2.0 \times 10^4 \sim 2.5 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 的有 5 个，平均得分 89.6 分；面积超出 $2.5 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 以上的有 5 个，平均得分 89.8 分。整体上，湖南省国家级自然保护区管理水平随着自然保护区规模的增大而提高。

3.4 不同地理区域自然保护区管理水平

湖南省按照地理位置可分为湘东、湘南、湘西、

湘北、湘中等 5 个片区。其中，湘东片区 1 个，得分 78.0 分；湘南片区 7 个，平均得分 85.1 分；湘西片区 7 个，平均得分 91.0 分；湘北片区 4 个，平均得分 89.8 分；湘中片区 3 个，平均得分 87.0 分。根据评分结果来看，湘东片区的自然保护区平均得分最低，主要原因是管理成效差、负面影响较多。

3.5 不同指标的分数特征

通过分析评价单个评价指标的得分特征（表 3）可以看出，机构设置指标平均得分为 5 分，且平均得分率为 100%，本底调查、日常巡护、综合执法和保护对象等指标得分率均在 85% 以上，这些指标对总得分的贡献较大，表明湖南省国家级自然保护区经过

表 3 各评估指标的得分特征

评估内容	评估指标	指标 赋分值	指标平均 得分	指标平均 得分率	方差	与综合得分 Z 的 相关系数
基础保障	机构设置 x_1	5	5	100.00%	0	-0.394
	规章制度 x_2	5	4	77.27%	0.66	0.331
	人员配置 x_3	5	3	65.45%	1.2	0.686 **
	经费保障 x_4	5	4	80.00%	0.27	0.051
	基础设施 x_5	5	4	79.09%	0.23	0.540 **
	总体规划 x_6	5	3	64.55%	1.72	0.055
管理措施	本底调查 x_7	5	4	88.18%	0.51	-0.173
	日常巡护 x_8	5	4	88.18%	0.24	0.128
	科研监测 x_9	5	4	79.09%	0.77	0.576 **
	生态修复 x_{10}	5	4	80.00%	0.27	0.068
	科普宣教 x_{11}	5	3	69.09%	0.79	0.652 **
	社区发展 x_{12}	5	4	77.27%	0.21	-0.15
	生态旅游 x_{13}	5	4	83.64%	0.15	-0.187
	综合执法 x_{14}	5	4	86.36%	0.49	-0.171
管理成效	保护对象 x_{15}	12	11	89.39%	0.93	0.496 *
	人类干扰 x_{16}	6	5	78.03%	0.67	0.276
	公共服务 x_{17}	6	5	78.79%	0.47	-0.121
	社区关系 x_{18}	6	5	84.85%	0.08	-0.234
负面影响	自然资源资产破坏 x_{19}	0	0		1	-0.407
	违法违规建设 x_{20}	0	-1		0.67	-0.205
	灾害防控不力 x_{21}	0	0		0	0.394
亮点工作或 特色经验	自然资源资产管理 x_{22}	2	1	72.73%	0.53	0.372
	一区一法 x_{23}	2	1	72.73%	0.4	0.213
	信息化建设 x_{24}	2	1	68.18%	0	0.600 **
	重要科技成果 x_{25}	2	1	31.82%	0	0.374
	其他 x_{26}	2	0	22.73%	1	0.555 **

注：* 表示在 0.05 水平(双侧)上显著相关，** 表示在 0.01 水平(双侧)上显著相关。

几十年的发展,保护区的范围界线、机构设置已基本满足管理要求,资源本底调查与监测、日常巡护稳定且持续,综合执法工作到位,对提高自然保护区的管理水平发挥了重要作用,使得保护对象得到了有效保护;人员配置、总体规划和科普宣教3个指标平均得分为3分,平均得分率在70%以下,表明在人员配置、总体规划和科普宣教等方面还不能满足自然保护区有效管理要求,须不断提高;违法违规建设平均得分为-1分,表明仍存在少量违法违规建设的现象。

3.6 主要影响因素

通过相关性分析,人员配置、基础设施、科研监测、科普宣教、信息化建设等指标与自然保护区管理水平的相关系数分别为0.686, 0.540, 0.576, 0.652和0.600(在 $\alpha=0.01$ 水平上显著)。这说明以上指标已经成为湖南省国家级自然保护区提高管理水平的首要任务,今后的自然保护区建设需要加强基础保障,稳定且持续开展科研监测活动,加快信息化建设,采取更有效的管理措施。

4 结语

1) 湖南省22个国家级自然保护区平均得分87.8分。评定等级为“优”的自然保护区有15个,占湖南省国家级自然保护区总数的68.18%;评定等级为“良”的自然保护区7个,占31.82%。这表明湖南省国家级自然保护区整体上管理水平较高,但依然存在较大差异,仍有很大提升空间。

2) 不同类型、不同规模和不同地理区域的自然保护区的管理水平各有不同。从类型上看,森林生态系统类型、内陆湿地和水域生态系统类型的国家级自然保护区管理水平整体等级为优,但比野生动植物类型的保护区低,主要是因为森林生态系统类型的国家级自然保护区数量较多,管理水平参差不齐,拉低了整体平均分数值。从规模上看,自然保护区管理水平总体上呈现随着自然保护区规模的增大而有所提高的特征,分析其原因:一是规模相对较小的自然保护区的人员配置不到位,专职人员规模基本满足或不足以支撑自然保护区管理工作的需要,对此,应在政策上给予支持,明确各自然保护区人员配置;二是总体规划部分内容未能实施落地,对此应增加资金支持,明确资金来源,科学编制总体规划;三是科普宣教活动少,影响力较小,对此应增强管理者的主观能动性,组织多种类型的科普宣教活动,订立村规民约,使保

护意识深入人心;四是缺少工作亮点,特别是智能设备等信息化建设较滞后,形成的科技成果较少,对此应根据保护区管理的需要,在国家层面和省级层面积极争取资金支持和技术指导,不断更新技术手段。从地理区域来看,湘东片区的自然保护区平均得分最低,主要原因是管理成效差、负面影响较多。

3) 不同评价指标的平均得分不同,其管理现状各异,提升空间大小不一。人员配置、基础设施、科研监测、科普宣教、信息化建设等指标与自然保护区的管理有效性关系密切,这些指标已经成为湖南省国家级自然保护区的首要任务。因此,一是应加强自然保护区的基础设施建设,完善省域范围内各自然保护区保护管理设施、巡护设施设备、科研监测设施等基础设施,优化自然保护区的保护、管理、宣教等功能;二是建立生态监测体系,对于人类活动产生的后果提供评价准则,对自然保护区内设施建设等人类活动实施全面监控;三是科学处理开发与保护的关系,持续巩固国家级自然保护区管理成效,确保湖南省国家级自然保护区的可持续发展。

参考文献:

- [1] 2020年中国生态环境状况公报(摘录)[J]. 环境保护, 2021, 49(11): 47-68.
- [2] 李云. 我国自然保护区有效管理考核评估制度及其运作的探讨[J]. 林业资源管理, 2007(5): 9-13.
- [3] 权佳, 欧阳志云, 徐卫华, 等. 自然保护区管理有效性评价方法的比较与应用[J]. 生物多样性, 2010, 18(1): 90-99.
- [4] 权佳, 欧阳志云, 徐卫华. 自然保护区管理快速评价和优先性确定方法及应用[J]. 生态学杂志, 2009, 28(6): 1206-1212.
- [5] 唐小平, 李云. 自然保护区有效管理评价体系设计与应用分析[J]. 林业资源管理, 2012(4): 7-12.
- [6] 薛达元, 郑允文. 我国自然保护区有效管理评价指标研究[J]. 农村生态环境, 1994(2): 6-9.
- [7] 马静. 我国自然保护区社区管理成效评价及分析[D]. 北京: 北京林业大学, 2014.
- [8] 安德宁. 老撾森林自然保护区建设与管理研究[D]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2018.
- [9] 蒋培, 蔡燕燕. 我国自然保护区地方管理新模式的思考[J]. 世界林业研究, 2013, 26(2): 70-75.
- [10] 马克平. 当前我国自然保护区管理中存在的问题与对策思考[J]. 生物多样性, 2016, 24(3): 249-251.
- [11] 夏欣, 王智, 徐网谷, 等. 中国自然保护区管理机构建设面临的问题与对策探讨[J]. 生态与农村环境学报, 2016, 32(1): 30-34.

(下转第15页)

西藏自治区天保工程建设现状及建议

李锐¹, 张泽坤², 邹泽林¹, 刘宏伟³

(1. 国家林业和草原局中南调查规划院, 长沙 410014; 2. 长沙县自然资源局, 长沙 410100
3. 西藏自治区林业调查规划研究院, 拉萨 850005)

摘要: 以西藏自治区天然林资源保护工程二期 2020 年自治区级复查的有关数据和资料为基础, 实地调研工程区的天保工程建设情况。结果显示: 工程区的建设成效显著, 各级管理单位能很好地履行职责, 管护情况良好, 生态效益显著提高, 公众环保意识增强; 但在资金使用、管护人员安排上也存在一些问题。同时分析存在问题的原因并提出相应建议, 以期为科学实施天保工程管护和提高管理实效提供依据。

关键词: 天保工程; 建设; 问题; 建议; 西藏自治区

中图分类号: S718.55 **文献标识码:** B **文章编号:** 1003-6075 (2023) 02-0012-04

DOI: 10.16166/j.cnki.cn43-1095.2023.01.003

Construction and Problem Advice of Natural Forest Protection in Tibet

LI Rui¹, ZHANG Zekun², ZOU Zelin¹, LIU Hongwei³

(1. Central South Academy of Inventory and Planning of NFGA, Changsha 410014, Hunan, China;

2. Natural Resources Bureau of Changsha County, Changsha 410100, Hunan, China;

3. Forestry Inventory and Planning Institute of Tibet Autonomous Region, Lhasa 850005, Tibet, China)

Abstract: Base on relevant data of 2020 autonomous region level reexamination for Tibet natural forest resources protection project Phase II, and according to field investigation and research on the construction of project, the results show that this project has achieved a remarkable success, a good duty implementation of management units in various levels, a good protected condition, an improved ecological benefit, and an increased public awareness of environmental protection, but some problems in fund use, arrangement on management and protection personnel. This paper also analyzes the causes of the problems and puts forward corresponding suggestions, so as to provide basis for the scientific implementation of the management and maintenance of the natural protection project and improve its management effectiveness.

Key words: natural forest protection project; construction; problem; advice; Tibet

1998 年中共中央、国务院作出了实施天然林资源保护工程 (简称“天保工程”) 的重大战略部署。2000 年西藏自治区正式启动了天然林资源保护一期工程, 工程期限为 2000—2010 年^[1], 经过十年的建设, 实现了预期目标, 取得显著成果。为进一步巩固天保工程成效, 维护国家生态安全, 持续推进生态建

设, 2011 年西藏自治区人民政府批准了《西藏自治区天然林资源保护工程二期实施方案》, 工程区范围与一期保持一致, 分别为昌都市的江达、贡觉和芒康三县, 期限为 2011—2020 年^[2-3]。

西藏天保工程是国家长江上游天然林资源保护工程的重要组成部分, 是改善长江上游流域生态环境的

* 收稿日期: 2022-08-09

作者简介: 李锐 (1991—), 男, 湖北钟祥人, 工程师, 主要从事林业资源监测和调查研究工作。

根本性措施,更是一项“功在当代,利在千秋”的宏伟工程。为掌握西藏天保工程年度实施情况,总结实施过程中的好做法、好经验,以及找出在工作中存在的问题,切实提高天保工程在森林管护及生态建设中发挥的作用,按照年度工作部署,西藏自治区林业和草原局对天保工程区进行年度复查。在复查数据的基础上,通过实地调研,总结西藏天保工程建设情况,分析存在的问题及原因,并提出建议,为科学实施天保工程管护和提高管理实效提供依据。

1 区域概况

西藏天保工程区是我国青藏高原生态屏障的重要组成部分,是构建全国“两屏三带”国土生态安全框架的重要单元,也是构筑长江上游生态安全屏障的重要阵地,生态区位十分重要。工程区境内群山连绵,谷深坡陡,丘原交错,河流纵横,高山、森林、草原并存。天保工程涉及昌都市的江达县、贡觉县和芒康县,工程区共有天然林面积 130.34 万 hm^2 ,其中江达县 42.61 万 hm^2 、贡觉县 24.91 万 hm^2 、芒康县 62.82 万 hm^2 。按地类分,工程区内的乔木林面积 55.79 万 hm^2 ,国家特别规定灌木林面积 74.55 万 hm^2 ;按权属分,国有天然林面积 130.32 万 hm^2 ,集体和个人所有的天然林面积 0.02 万 hm^2 ;按森林类别分,公益林面积 128.78 万 hm^2 ,商品林面积 1.56 万 hm^2 。

2 建设情况

2.1 管护卓有成效,生态效益显著

天保工程区内三县的林业发展遵循党的十九大提出的一系列重要指示精神,各县根据本县境内的森林资源分布状况、管护人员组成情况以及自然地理状况等因素制定不同的管护方式和政策,全面组织森林管护工作。天保工程区内三县按照远山设卡、近山划分责任区的管护方式,逐级分解落实管护任务,把管护工作落实到山头地块、落实到责任人^[4-5]。天保工程区内三县对管护工作的管理,实行行政一条线和业务一条线的双向目标制,行政一条线为各县政府与本县各乡镇政府签订天保工程森林管护目标责任状,乡镇政府与本乡镇各村村民委员会签订目标责任书;业务一条线为各县林草局与本县各乡镇林管站签订森林管护合同。

各县针对森林面积大小不一、分布不均匀等特点,认真总结以往年度的管护经验,不断完善专业管

护站的管理制度,进一步明确管护人员的工作职责,理顺本县管护队伍的管护管理机制、体制关系。天保工程区三县共组建了“35 个管护站+182 名专业管护站管护人员+7 528 名天保护林员”的管护体系,其中贡觉县实行“天保护林员管护”+2 845 户“联户管护”的管护体系。

在广大护林员的管护下,各县域乱砍滥伐现象得到有效遏制,全面保护了天保工程区内的森林资源,农牧民群众护林、爱林、造林的意识也逐步增强。同时认真落实人工造林、封山育林等天然林资源保护工程建设任务,促进森林面积的增加,使天保工程区内水土流失得到有效遏制,水源涵养能力进一步增强,干旱、洪涝、山体滑坡等自然灾害发生频率明显降低,生态环境得以有效改善,生物多样性明显丰富。

2.2 强化管护落实,档案资金管理规范

各县始终高度重视天保工程的实施,一是成立了由县主要领导挂帅的天保工程实施领导小组,并且根据领导小组成员的变动情况进行实时调整;二是设立了天保办,负责天保文件上传下达等各项日常工作。县、乡镇、村、护林员,层层签订目标责任书,强化责任落实、管理落实,进一步明确了管护人员职责及奖惩制度,充分调动了管护人员的护林积极性。

各县在加强工程信息档案管理方面,做到专人负责、专人管理,并制定了各项规章制度,实行制度化、规范化管理。各县在工程资金管理上,以“严管林、慎用钱、质为先”为工作原则;在资金使用上,做到每笔资金都与工程量相吻合,工程量经过逐级审核,领导和工程技术负责人员签字。

2.3 积极宣传教育,环保意识提高

为引导广大群众树立保护生态环境的理念,增进群众对天保工程的了解,各县充分利用电视、报纸、网络、电子屏幕、宣传栏等途径,宣传中共中央、国务院对天然林保护工作的决策部署,引导全社会关注和支持天然林保护工作。同时加强对天然林保护政策的解读,切实提高广大群众特别是集体和个人天然林所有者参与天然林保护工作的积极性,形成政府主导、部门联动、社会参与的良好社会氛围^[6-7]。在交通要道、主要路口、村屯周边,设置与天然林保护工程相关的森林资源保护、护林防火、野生动物保护等方面的宣传碑、宣传牌、宣传标语等。结合深入林区开展森林防火宣传和在林区实施天保工程项目的机会,广泛宣传天保工程的重要意义与相关政策,向农

牧民发放藏汉双语的宣传小册子以及挂图,积极争取全社会的参与和支持。

通过对天保相关政策和林业法律法规的广泛、持久宣传,群众保护森林、保护生态的法治观念和意识不断提升。群众通过参与森林管护、公益林建设等工作,在保护、建设生态环境方面有了较大的认识和转变,实现了由过去的砍树人到现在的植树人、管护人的重大转变,“保护森林资源,就是保护人类自己的家园”的思想意识逐渐深入人心。

3 存在问题

3.1 管护政策有“福利化”倾向,护林员积极性不高

贡觉县联户管护政策的实行,为群众增收贡献了极大的力量,也为保护贡觉县森林资源做出了极大的贡献。但在联户管护中,管理内容与专业管护站、天保护林员存在交叉,造成责权不分,管护效果不好,逐渐有“福利化”倾向。

在2021年森林督查中,江达县、贡觉县、芒康县均有违法项目,江达县、贡觉县根据相关奖惩规定扣除和停发护林费后,专业管护站和天保护林员工资实际支出率均不足100%,而芒康县专业管护站和天保护林员工资实际支出率均为100%,对森林管护存在的问题未严格执行惩罚措施。同时三县都存在重惩罚轻奖励的现象,管护人员做多做少工资差别不显著,护林员积极性普遍不高。

3.2 天保资金使用率不足,造林、防火投资较低

2020年,天保工程区三县的天保资金使用率均不足100%,部分资金尚未使用。究其原因,一是年度天保资金分项下达是固定的,每年管护人员、工程任务等都在变化中,造成部分项目资金结转;二是随着人员退休、病故及政策性改变,天保工程二期初时设置的机构、队伍、人员均发生了变化,按照原计划资金已无法全额支出;三是天保工程中的森林抚育工程都为当年下拨资金,第二年实施,故森林抚育资金当年基本都未支出;四是部分资金到位不及时,工程完工后资金未拨付,造成当年资金未使用。

由于往年天保工程区造林任务较大,现阶段适合造林的地块已经所剩无几,且海拔高、气候与土壤条件差,造林难度大,需配套的基础设施投资较大,造林成本高,但历年来天保生态公益林建设项目中人工造林投资较低,无配套的基础灌溉设施,严重影响了造林质量。按照国家森林火险等级划分标准,天保工

程区属于Ⅰ级火险区,防火设备设施及防火队伍建设底子薄、技术弱,现有森林防火设备设施、防火组织和机构、人员远不能适应护林防火的工作需求,严重制约了对森林火灾的综合控制能力,发生重大、特别重大森林火灾的潜在威胁极大,须加大对防火基础设施投入力度。下达资金时是分项下达,造林与防火的投资较低,而管护结转资金较多,这存在一定的矛盾。

3.3 解聘人员后未及时聘用新护林员,合同存在一定不规范

2020年江达县汪布顶乡专业管护站护林员的工资尚未支出,天保护林员的工资也有少量未支出。主要原因是2019年度汪布顶乡专业管护站部分护林员和部分天保护林员因监管履职不到位,造成管护区盗伐严重,经县林草局专题会议研究决定对部分专业管护站护林员和天保护林员作出解聘处理,从2020年1月1日执行。其后汪布顶乡人民政府未及时补选护林员,造成上述岗位人员空缺1年,故未产生工资支出。同时各县在管护合同中也存在着未明确规定具体的管护位置、面积、工资发放程序、发放标准和奖惩制度等,造成管护的责权、奖惩不清。

3.4 贡觉县护林员工资较低,“三岩”片区搬迁后造成护林员缺失

贡觉县专业管护站护林员工资相较于其他天保工程县的工资水平偏低,且护林员人数较少。贡觉县“三岩”片区跨昌都市整体易地扶贫搬迁是西藏自治区政府关于脱贫攻坚工作的重大决策和部署,要求“三岩”片区的群众全部搬迁安置。搬迁完成后,由于“三岩”片区地域广、森林面积大,因劳动力缺失,导致人工造林、森林管护、森林抚育补助资金兑付等一系列工作存在较大困难。

4 建议

4.1 加大林政资源管理力度,优化奖惩考核体系

进一步加大林政执法力度,严厉打击破坏森林资源的违法犯罪行为。认真贯彻执行《中华人民共和国森林法》《森林防火条例》等相关法律法规,加大森林资源管理和林政执法力度,坚决制止乱砍滥伐、超限额采伐、毁林开垦和违法使用林地等一切违法行为^[8-10]。

优化奖惩考核体系,设置绩效考核奖金,对护林员实行严格的考核制度。考核方式不限于检查巡山台账、巡山照片、微信视频抽查、实地检查等方式,实行年度考核制,年度考核不合格的直接取消岗位,另

聘他人,确保有罚有奖,综合使用森林管护资金。由于专业管护站工资、天保护林员工资均为当年支出,森林督查相关违法问题多为下一个年度整改,各县林草部门可在下一个年度适当参考森林督查的结果执行绩效考核奖金。

4.2 做好年度资金使用方案,提高资金使用率

针对每年天保工程资金下达的数额固定,而人员、任务量都处在动态变化的情况,建议县级实施单位根据年度资金总额,合理统筹使用资金,避免出现管护资金大量结转,而造林、防火等工程建设又缺少资金的现象。各县应合理制定年度资金使用方案,报请上级主管部门同意后,规范资金使用,提高资金使用率。

4.3 强化天然林管理,规范合同内容

加强组织领导,层层落实天然林管护责任制。深入林区开展天然林保护检查,及时消除隐患,严格管理野外火源。在主要路段、重点林区、高火险区等特殊管护区设立固定管护卡站,确保山有人看、林有人管。在林区、自然保护区、国道318和214沿线设立各种天然林保护宣传碑牌,确保天然林保护深入人心。

进一步规范管护合同的内容,明确具体的管护位置、面积、工资发放程序、发放标准、奖惩制度,并严格执行,保证按时按量将工资发放到护林员手中,确保无挤占、挪用、还贷、滞留或调剂工程建设资金的现象出现。

4.4 适当提高护林员待遇,试点异地聘用管护

建议取消贡觉县2845户联户管护,同时对贡觉县护林员进行优化调整,增加护林员数量,提高专业管护站和天保护林员工资标准。针对“三岩”片区易地扶贫搬迁的情况,可开展异地聘用护林员进行管护试点,在其他乡镇聘用护林员采取“驻点管护+巡护管护”的模式进行管护。

参考文献:

[1] 张伟焕,胥平,庄洁.论西藏天保工程建设成效及对策建议[J].林业建设,2019(4):15-17.

[2] 嘎玛群宗.西藏实施天然林资源保护工程存在的问题及对策[J].绿色科技,2018(3):117-118.

[3] 冯强,甘世书,嘎玛琼宗,等.西藏天然林资源保护工程成效监测体系研究[J].中南林业调查规划,2018,37(2):56-59.

[4] 余帅勇.贵阳市天保工程二期现状及对策建议[J].绿色科技,2019(13):192-193,195.

[5] 聂峰,李锐.西藏天保工程区管护问题及对策[J].绿色科技,2022,24(3):159-162.

[6] 柯朝坤,周利平,杨婧,等.普洱市天然林保护管理对策研究[J].绿色科技,2021,23(9):142-144.

[7] 王永智.庆阳市森林督查成效观察[J].甘肃林业,2021(2):25-26.

[8] 宫春萍.我国林业生态建设存在的问题及对策[J].林业勘查设计,2017(2):15-16.

[9] 李云中.我国林业生态建设存在的问题及对策[J].城市地理,2016(4):114.

[10] 王文.大力推进资源林政工作创新[J].安徽林业,2003(1):6.

(上接第11页)

[12] 王秋风,于贵瑞,何洪林,等.中国自然保护区体系和综合管理体系建设的思考[J].资源科学,2015,37(7):1357-1366.

[13] 冯春婷,罗建武,刘方正,等.长江经济带国家级自然保护区管理状况评价[J].环境科学研究,2020,33(3):709-717.

[14] 韩凤.湖南省森林类自然保护区建设与管理研究[D].长沙:湖南农业大学,2014.

[15] 蒋广平.江西省自然保护区建设及其管理对策研究[D].南昌:江西农业大学,2014.

[16] 舒勇,宗嘎,吴后建.西藏自治区国家级自然保护区的有效管理分析[J].中南林业科技大学学报,2013,33(2):91-96.

[17] 新丽莹.广东省自然保护区有效管理评估及其发展研究[D].北京:北京林业大学,2012.

[18] 林金兰,刘昕明,赖廷和,等.广西滨海湿地类自然保护区管理成效评估体系构建及应用[J].生态学报,2020,40

(5):1825-1833.

[19] 韦胜灵.广西大瑶山国家级自然保护区管理评价及对策研究[D].南宁:广西大学,2017.

[20] 李国平,郭勇,刘大为.自然保护区管理效率评价研究:以牛背梁国家级自然保护区为例[J].旅游学刊,2015,30(3):76-85.

[21] 陈传明.福建省梅花山国家级自然保护区公共管理研究[J].自然资源学报,2013,28(10):1674-1684.

[22] 汪有奎.祁连山国家级自然保护区有效管理评价研究[J].中南林业科技大学学报:社会科学版,2013,7(4):23-26.

[23] 郭玉荣,范丁一,李国忠,等.七星河国家级自然保护区管理有效性评价[J].东北林业大学学报,2012,40(8):121-125,129.

[24] 罗佳,黎蕾,姜芸,等.湖南省森林生态系统服务功能价值评估[J].生态科学,2022,41(4):70-77.

[25] 刘兆丹,李斌,方晰,等.湖南省森林植被碳储量、碳密度动态特征[J].生态学报,2016,36(21):6898-6908.

海南保亭七仙岭温泉国家森林公园 SWOT 分析及发展战略浅析

张 欢

(长沙中南林业调查规划设计有限公司, 长沙 410014)

摘 要: 通过对森林公园的资源条件进行 SWOT 分析, 为森林公园制定持续发展战略、特色发展战略、精品发展战略、联动发展战略四个层次的发展战略体系, 为确定森林公园发展方向、公园的总体定位提供战略依据。通过 SWOT 层面的研究, 有利于发挥森林公园的资源环境优势, 为森林公园的可持续发展提供科学指导。

关键词: 森林公园; 发展策略; SWOT; 七仙岭

中图分类号: S788 **文献标识码:** B **文章编号:** 1003-6075 (2023) 02-0016-03

DOI: 10.16166/j.cnki.cn43-1095.2023.02.004

Analysis on SWOT and Development Strategy of Hainan Baoting Qixianling Hot Spring National Forest Park

ZHANG Huan

(Changsha Central South Forestry Investigation, Planning and Design Co., Ltd., Changsha 410014, Hunan, China)

Abstract: Based on the SWOT analysis on the resource conditions of the Hainan Baoting Qixianling hot spring National forest park, a four level development strategy system of "sustainable development strategy", "characteristic development strategy", "boutique development strategy" and "joint development strategy" was formulated for the forest park, providing a strategic basis for determining the development direction of the forest park and the overall positioning of the park. Through SWOT strategic research, it is conducive to the full play of the resource and environmental advantages of the forest park and the scientific guidance for the sustainable development of the forest park.

Key words: forestry park; development strategy; SWOT; Qixianling

1 区域概况

海南保亭七仙岭温泉国家森林公园(以下简称“森林公园”)位于海南省保亭黎族苗族自治县(以下简称“保亭县”)北部,北距海南省省会海口市约 271 km,南去国际风景旅游城市三亚市约 76 km,西与翡翠山城五指山市相距 39 km,东距陵水黎族自治县 54 km。

森林公园的批复面积为 2 200 hm^2 ,地理坐标 $18^{\circ}14'—18^{\circ}44'N$, $109^{\circ}35'—109^{\circ}45'E$ 。

2 SWOT 分析

2.1 优势 (Strengths)

1) 优越的生态环境质量。森林公园地表水质优良,达到国家标准 II 类地表水水质标准;空气质量优越,主要景区景点负离子含量平均值为

* 收稿日期: 2022-11-28

作者简介: 张欢 (1988—), 女, 湖南醴陵人, 工程师, 主要从事生态景观规划、自然保护地规划等相关工作。

8 000 ~ 30 000 个/cm³, 均达到保健水平以上, 被誉为“天然氧吧”; 细菌平均含量在 500 个/cm³ 以下, 境内二氧化硫、二氧化氮、可吸入颗粒物等月均值达到国家环境空气质量一级标准。根据生态环境资源分级, 森林公园生态环境资源等级为“优”。

2) 独特的自然资源条件。森林公园内自然风景资源丰富且极具代表性。森林公园内的热带雨林中大量藤葛交错、板根、空中花园、绞杀等植物形态, 呈现出典型的高山雨林景观风貌。七仙岭天然温泉是海南温度最高、泉眼最多的温泉区, 泉眼达 47 个, 现有自喷泉眼 7 个, 日出水量约 7 000 t, 最高温度 93 ℃, 为偏硅酸碳酸氢钠复合型高温矿泉, 具有较高的医疗保健价值^[1]。七仙岭主峰海拔 1 126 m, 由七个砂砾岩巨柱排列而成, 地势高险、兀立林间, 是海南省内独特的砂砾峰林景观。森林公园内种子植物共记录有 194 科 870 属 1 955 种, 其中国家重点保护野生植物 21 种, 列入红皮书的濒危保护植物 7 种; 主要野生动物共记录有 33 目 80 科 360 种 (亚种), 其中, 国家Ⅰ级重点保护野生动物 8 种、国家Ⅱ级重点保护野生动物 14 种、省级保护野生动物 9 种。

3) 深厚的历史人文资源。海南岛是中国第二大岛, 6 000 年以前就有了人类的活动。保亭县毛道乡出土的石器——石祖, 将保亭县人类活动的历史上溯到新石器时代^[2]。保亭全县聚居着黎、苗、壮、傣、畚、彝、侗、京等 16 个少数民族, 其中黎族为保亭县的世居民族。黎族节日“三月三”“嬉水节”, 民族歌舞“竹竿舞”“双刀舞”, 民族工艺“黎锦”, 黎族民居“船形屋”“寮屋”都具有鲜明的文化特色。

4) 便捷可达的交通区位。森林公园紧邻海南热带雨林国家公园, 位于海南中线黄金旅游线路上, 对外交通方便快捷, 利于吸纳全岛游客。山海高速开通后, 著名风景旅游城市三亚到森林公园车程缩短至不到 1.5 h, “翡翠山城”五指山市到森林公园车程不到 1.0 h, 交通区位优势明显。

2.2 劣势 (Weaknesses)

1) 资源整合不到位, 资源利用率低。森林公园内自然资源、人文资源种类丰富, 尤其典型的温泉、雨林、七仙岩等自然资源十分有特点, 但资源之间的整合不够, 山下的温泉、山间的雨林、山顶地质景观彼此独立、没有联动, 已开发的项目资源利用率也不高。总体上看, 森林公园整体开发处在无序状态。

2) 服务设施落后, 游赏内容单调。森林公园虽运营多年, 但除了山脚的温泉酒店, 森林公园内部的设施均还处于开发的起步阶段, 旅游产品因而显得无趣、无特色, 项目、游线单调乏味。

服务设施落后主要体现在: 进公园路径、方式单一, 仅能通过一条双向盘山公路进入; 配套旅游设施较少, 仅公园出入口有部分餐饮和购物的配置, 登山途中设置少量的小卖部; 游赏区域的解说、标示标牌等解说设施不完善; 园内大部分登山道护栏老旧, 路面破损, 有弯多、坡陡、路面狭窄、崎岖不平的特点, 其安全性有待提高; 通信信号没有覆盖全部游赏区域。

游赏内容单调主要体现在: 游步道不成环, 上下山均为一条通道; 游道形态单一, 均为岩石登山道, 途中亦缺少互动体验、文化解说等设施, 登山体验单调, 易造成人困体乏的游览体验。

3) 管理体系欠佳, 管理人才缺乏。森林公园资源丰富, 范围内的林地、农地、建设用地、设施、温泉等资源, 分属林业、农业、住建、旅游、供水等部门管理, 造成公园从开发利用、资源保护到日常工作都比较复杂。然而森林公园目前缺少专业管理, 没有科学的管理体系应对复杂的运营工作。

4) 特色建设不够, 品牌效应不强。森林公园的生态旅游产品缺乏特色, 没有品牌优势。据统计, 2020 年公园年接待游客仅 6.44 万余人次, 相比同在保亭县的呀诺达景区 85.40 万人次和槟榔谷景区 50.60 万人次, 差距较大。

2.3 机遇 (Opportunities)

1) 海南热带雨林国家公园设立。海南热带雨林国家公园位于海南省中部山区, 于 2021 年 10 月 12 日正式设立, 区划总面积 4 269 km²。海南热带雨林国家公园的设立, 增加了媒体对海南省自然保护地的曝光度, 国内外相关工作者、自然教育组织、游客等群体将目光更多地投向海南。森林公园紧邻海南热带雨林国家公园的一般控制区, 作为国家公园的缓冲地带, 森林公园有着不可多得的发展机遇。

2) 海南自由贸易港建设。《海南自由贸易港建设总体方案》于 2020 年 6 月 1 日正式公布, 海南自贸港建设正式起航。海南自贸港范围为海南岛全岛, 以完全开放的姿态吸引全球的优势资本、高新技术、管理理念和高精尖技术人才, 吸引全世界的游客。全省高速发展和开放姿态, 为旅游经济带来了强大刺

激,是本公园的重要发展机遇。

3) 国家生态文明试验区建设。2019年,中共中央办公厅、国务院办公厅印发了《国家生态文明试验区(海南)实施方案》^[3],明确了建立国家生态文明试验区(海南)的战略定位、主要目标和保障措施等。海南省的生态文明试验区建设促进相关制度建设,对生态环境和生态治理更加重视,与之相关的自然保护地建设、森林资源保护将得到更多的政策支持,为海南成为展示美丽中国建设的靓丽名片贡献力量。

4) 自然保护地整合优化工作开展。2019年,根据自然资源部、国家林业和草原局和海南省的统一部署,保亭县开展了自然保护地整合优化工作,对自然保护地的本底资源、管理现状、建设情况进行了摸底调查、评估论证,对包括本森林公园在内的保护地边界进行了矢量化处理,对历史遗留问题、突出矛盾进行了优化。自然保护地工作的开展,为森林公园厘清了用地矛盾、管理争议等问题,明确了经营管理边界,为森林公园的建设和发展解决了历史遗留问题。

2.4 挑战(Threats)

1) 市场竞争激烈。海南省现有海口火山森林公园、海南霸王岭国家森林公园、海南海上国家森林公园等9个国家级森林公园,这些公园各具特色,是森林公园的同类竞争对象。同处在保亭县范围内的呀诺达景区和槟榔谷景区分别以热带雨林和黎族苗族文化为主题,达到了相对极致的体验效果,且距离三亚更近,游客量充沛、反馈良好,是森林公园的本地竞争对象。同类产品、本土景区发展势头强劲,市场竞争激烈。

2) 资源保护挑战。森林公园是海南岛内几片保存较为完好的热带雨林之一,良好的生态环境是森林公园及保亭县发展旅游的生命力所在。森林公园建设较为落后,在周边景点、景区中没有优势,如何在快速发展的过程中保护好自然资源是森林公园管理和运营的重大挑战。

3) 运营经费短缺。目前,森林公园的森林保护、管理经费主要源于国家补贴,建设经费主要源于旅游开发企业,营业收入主要来源于公园门票。仅依靠补贴和门票收入难以支撑公园的建设、管理和日常维护。如何扩展经费渠道、增加运营管理经费以支撑森林公园可持续发展,是目前面临的主要挑战之一。

2.5 SWOT分析结论

通过对比分析,森林公园优势、劣势、机遇、挑

战都比较突出,优势略大于劣势。只要把握好公园发展方向和主题定位,选择适当的竞争策略,发挥特色资源优势,提高知名度,森林公园在激烈的市场竞争中依然可以占据一席之地。

3 发展战略

通过对森林公园资源现状调查评价,将森林公园的性质确定为:以良好的热带雨林资源和生态环境为本底、以特色的雨林文化和黎苗风情文化为内涵、以品质优良的温泉资源为借助、以雨林生态的七仙奇峰为特色、以生态保护的生态旅游为宗旨,集生态保护、森林康养、游览观光、自然体验、科普教育、休闲度假、运动健身于一体的国家级森林公园。通过SWOT策略分析,制定了四条适合森林公园的发展战略:精品发展战略、联动发展战略、持续发展战略和特色发展战略。

3.1 精品发展战略

借助优势资源,相对国家公园的大而美风格,走小而精的精品路线,主要从以下两个层次体现。

第一个层次是景点的设计和建设精巧。通过雨林穿越、温泉互动体验、林泉康养、黎苗风情、自然科普馆、景区智慧导览等重点项目的高起点设计,吸引休闲度假、观光体验、科普教育、户外探险等多类型的游览群体;通过高温温泉、丛林探幽、山顶攀岩、自然教育等精品项目和网红景点的打造,迅速聚拢人气、快速提升市场知名度。

第二个层次是旅游体验极致。在旅游服务体验、互动参与体验、智慧景区体验等方面尽可能做到极致,打造精品旅游品牌,形成良好口碑,迅速突破现有发展瓶颈。

3.2 联动发展战略

联动发展战略主要表现在资源联动和产品联动两个方面。在资源联动方面,借自然保护地整合优化的机会,厘清管理体系、解决土地争议问题,将森林公园内的温泉资源、水资源、雨林景观资源、地质景观资源和黎苗民俗文化资源统筹规划,将适合的资源如温泉和雨林、雨林和黎苗文化、雨林和地质景观等联动起来发展,形成资源合力。在产品联动方面,通过资源整合衍生生态旅游产品,带动地方经济发展,如餐饮业可结合当地特产衍生出特色的绿色食品,住宿设施与周围温泉资源、森林资源相协调,道路布设、

(下转第38页)

株洲市渌口区森林碳储量和碳密度研究

郁培义¹, 潘 登²

(1. 山西师范大学现代文理学院, 山西 临汾 041000;
2. 国家林业和草原局中南调查规划院, 长沙 410014)

摘 要:为探究株洲市渌口区森林的固碳能力与分布特征, 运用生物量转换因子连续函数法, 计算了研究区 11 个优势树种 (组) 的碳储量和碳密度, 并分析了各优势树种 (组) 碳储量的空间分布及林分特征, 得出以下结论: 渌口区的森林碳储总量为 1 119 132.36 t, 蓄积量和林分面积是影响碳储量的主要因素; 渌口区森林的平均碳密度为 19.72 t/hm², 各优势树种 (组) 的碳密度随着龄组的增大而逐渐升高, 表现为幼龄林的碳密度最低, 过熟林的碳密度最高; 渌口区碳储量较高的区域集中分布在东部及南部小范围地区, 因为该区域竹林的分布面积大且集中。
关键词:碳储量; 碳密度; 空间分布; 优势树种 (组); 渌口区
中图分类号: S718.55⁺4.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-6075 (2023) 02-0019-06
DOI: 10.16166/j.cnki.cn43-1095.2023.02.005

Study on Carbon Storage and Carbon Density in Lukou District of Zhuzhou City

YU Peiyi¹, PAN Deng²

(1. Modern College of Humanities and Sciences of Shanxi Normal University, Linfen 041000, Shanxi, China;
2. Central South Academy of Inventory and Planning of NFGA, Changsha 410014, Hunan, China)

Abstract: In order to explore the carbon fixation capacity and distribution characteristics of forest in Lukou District of Zhuzhou City, this study used the biomass conversion factor continuous function method to calculate the carbon storage and carbon density of 11 dominant tree species (groups) in the study area, and analyzed the spatial distribution and stand characteristics of carbon storage of each dominant tree species (groups). The following conclusions were drawn: The total carbon storage of forest in Lukou District was 1 119 132.36 t. The stock volume and forest stand area are the main factors affecting carbon storage. The average carbon density of forest in Lukou District is 19.72 t/hm². The carbon density of each tree species group gradually increases with the increase of age group, showing that the carbon density of young forest is the lowest, and that of over mature forest is the highest. The areas with higher carbon storage in Lukou District are mainly distributed in the eastern and southern small areas, because of the large and concentrated distribution area of bamboo forests.
Key words: carbon storage; carbon density; spatial distribution; dominant species; Lukou District

森林生态系统具有强大的固碳能力, 是陆地生态系统中最大的碳库^[1-2], 也是调节全球碳平衡和碳循

* 收稿日期: 2022-05-17
基金项目: 山西省高等学校科技创新项目 (2021L610)。
作者简介: 郁培义 (1984—), 男, 山西太原人, 讲师, 主要从事植被恢复及矿区生态修复等研究工作。
通信作者: 潘登 (1988—), 男, 湖南岳阳人, 高级工程师, 主要从事森林资源监测、城市规划、森林火灾等方面的研究。
E-mail: 695612763@qq.com。

环的中坚力量^[3]。从2009年的哥本哈根气候大会到2020年我国提出的“双碳”目标,全力提升中国森林碳汇已成为我国绿色发展和可持续发展的重点战略目标,碳汇林业也成为我国现代林业经营的重要方向^[4]。近年来,许多学者从不同尺度对森林碳储量和碳密度展开了大量研究^[5-6]。吴萍萍等^[7]利用山西省连续三年的森林资源连清资料,估算了山西省近10年天然林的碳储量和碳密度。汤浩藩等^[8]以云南省第4次森林资源二类调查数据为基础,结合各树种不同龄级的计算参数,估算了云南省森林植被碳储量、碳密度,并分析了其空间分布格局。还有部分学者重在研究碳储量和环境因子之间的关系,探索了影响碳储量的主要因素^[9],如张秋根等^[10]以亚热带常绿阔叶林为研究对象,分析了森林碳密度、生物因子和地理因子的影响关系。本研究以湖南省株洲市渌口区的森林为研究对象,以小班为最小单位,在龄组分类的基础上对不同优势树种(组)的碳储量和碳密度的现状进行分析,以期为渌口区的森林碳汇经营提供基础数据。

1 研究区概况

株洲市渌口区位于湖南省中东部、湘江中下游地

段,属秦岭淮河以南地区,东临醴陵市、攸县,南连衡阳市衡东县,西接湘潭县,北毗株洲市芦淞区、天元区,面积1 053.6 km²;属典型的亚热带季风气候,年均降水1 389 mm,光热充足,适宜于多种动植物的生长;辖区内森林资源丰富,更有大京风景区和凤凰山国有林场,是株洲市重要的生态区。

2 数据与方法

2.1 数据来源

数据主要来源于渌口区2021年森林资源管理“一张图”数据,并于2022年4—5月辅以相应的地面补充调查,核实部分优势树种(组)的分布区域。

2.2 研究方法

本研究通过生物量换算植被的碳储量。主要是运用生物量换算因子连续函数法对乔木林的林分生物量^[11]进行估算,而经济林、竹林及灌木林(通常不计算蓄积量的林分)则采用平均生物量法估算其生物量,再根据植物干质量中的含碳量,统一将林木生物量转化为碳储量。

1) 确定优势树种(组)。根据研究需要将渌口区的32个优势树种类型划分为11组,每组的面积、蓄积及树种组成明细详见表1。

表1 优势树种(组)组成、面积和蓄积

优势树种(组)	树种组成	面积及占比		蓄积及占比	
		面积/hm ²	占比/%	蓄积/m ³	占比/%
杉木组	杉木、柳杉	15 588.49	27.47	658 572.8	66.03
马尾松	马尾松	235.91	0.42	14 868.5	1.49
国外松组	国外松、湿地松	2 352.62	4.15	84 882.2	8.51
红豆杉	红豆杉	3.73	0.01	150.0	0.01
杨树	杨树	0.34	0.00	167.8	0.02
速生阔叶树组	枫香、苦楝、泡桐、速生阔叶树	1 081.90	1.91	31 364.0	3.14
中生阔叶树组	桦类、椴类、木荷、樟木	1 202.03	2.12	35 591.0	3.57
慢生阔叶树组	栎类、楠类、樟类、慢生阔叶树	7 951.14	14.01	171 847.4	17.23
竹林	毛竹、杂竹	11 559.97	20.37		
经济林组	茶叶、油茶、杜仲、板栗、梨、杨梅	16 509.52	29.10		
灌木组	盐肤木、檉木、南天竹、白栎、牡荆	251.88	0.44		
合计		56 737.53	100.00	997 443.7	100.00

2) 乔木林生物量计算。利用生物量换算因子连续函数法对乔木林生物量的估算公式为:

$$B = a \times V + b \tag{1}$$

$$B_{林} = B \times A \tag{2}$$

式中: B 表示单位面积生物量,单位为 t/hm^2 ; V 表示单位面积蓄积量,单位为 m^3/hm^2 ; $B_{林}$ 表示某一森林类型的总生物量,单位为 t ; A 表示某一森林类型的林分面积,单位为 hm^2 ; a 和 b 表示转换因子系数,见表2。

表2 不同优势树种(组)生物量换算因子系数

优势树种 (组)	系数	
	<i>a</i>	<i>b</i>
杉木组	0.399 9	22.541 0
马尾松	0.691 4	12.626 0
国外松组	0.516 8	33.237 8
红豆杉	0.612 9	46.145 1
慢生阔叶树组	1.035 7	8.059 1
速生阔叶树组	1.328 8	-3.899 9
中生阔叶树组	0.625 5	91.001 3
杨树	0.756 4	8.310 3

3) 经济林、竹林及灌木林生物量计算。采用秦岭淮河以南地区平均生物量法,估算经济林、竹林及灌木林的生物量,参照文献[11]的标准,具体参数分别为经济林23.7 t/hm²、竹林22.5 kg/株、灌木林19.76 t/hm²。

4) 森林碳储量和碳密度计算。林木生物量转化

为碳储量一般根据植物干重中碳所占的比例来进行计算。故森林碳储量等于含碳系数与林木生物量的乘积,含碳系数为林木每克干质量的碳含量。本研究采用目前国际上常用的、不分树种的含碳系数(0.5)进行计算。碳储量和碳密度的计算公式为:

$$C=B\times 0.5$$

(3)

$$C_{\text{密度}}=C/A$$

(4)

式中:*C*表示碳储量,单位为t;*B*表示与其对应的林木生物量,单位为t;*C*_{密度}表示碳密度,单位为t/hm²; *A*表示林分面积,单位为hm²。

3 结果与分析

3.1 优势树种(组)碳储量和碳密度

利用生物量转换因子连续函数法,根据公式(1)一(4)计算出渌口区基于不同龄组的不同优势树种(组)的森林碳储量和碳密度,详见表3、表4。

表3 不同优势树种(组)的碳储量

单位:t

龄组	杉木组	马尾松	国外松组	红豆杉	杨树	速生 阔叶树组	中生 阔叶树组	慢生 阔叶树组	经济林组	竹林	灌木组
幼龄林	208.55	198.43	6 119.27			2 321.29	5 624.69	9 362.33			
中龄林	166 478.31	1 035.74	32 618.05			12 336.87	31 111.01	122 877.25			
近熟林	103 095.05	2 739.43	18 838.23	51.35	4.65	4 221.54	20 460.67	22 110.01			
成熟林	49 794.37	1 621.14	5 058.77	69.13	7.16	204.64	4 118.18	11 236.97			
过熟林	3 372.98	60.04	1 131.13				10 828.35	972.55			
合计	322 949.26	5 654.78	63 765.45	120.48	11.81	19 084.34	72 142.90	166 559.11	195 637.78	270 717.85	2 488.60

表4 不同优势树种(组)的碳密度

单位:t/hm²

龄组	杉木组	马尾松	国外松组	红豆杉	杨树	速生 阔叶树组	中生 阔叶树组	慢生 阔叶树组	经济林组	竹林	灌木组
幼龄林	13.77	14.49	21.76			11.30	51.68	14.39			
中龄林	17.30	17.35	24.72			17.13	55.47	19.63			
近熟林	23.77	23.96	31.50	32.27	24.12	31.54	60.23	29.99			
成熟林	32.89	32.62	40.64	32.27	47.65	44.76	66.25	42.23			
过熟林	42.67	58.55	43.05				83.06	61.15			
碳密度	20.72	23.97	27.10	32.30	34.74	17.64	60.02	20.95	11.85	23.42	9.88

由表3可知,渌口区的林地碳储量最大的优势树种(组)为杉木组,碳储量为322 949.26 t,占总碳储量的28.86%;其次为竹林、经济林组和慢生阔叶树组,分别占总碳储量的24.19%、17.48%和14.88%;各优势树种(组)中杨树和红豆杉的碳储量非常小,几乎可以忽略不计,仅占总碳储量的0.01%。渌口区

各优势树种(组)碳储量从大到小排序依次为:杉木组、竹林、经济林组、慢生阔叶树组、中生阔叶树组、国外松组、速生阔叶树组、马尾松、灌木组、红豆杉、杨树。总体而言,碳储量与优势树种(组)的林分面积与蓄积呈正相关,即林分面积和蓄积越大,则该优势树种(组)的碳储量越大;但经济林组通常不计算

蓄积量, 本研究中影响经济林组、竹林、灌木组碳储量的因素仅为该优势树种(组)的林分面积。

由表4可知, 涪口区各优势树种(组)的碳密度随着龄组的增大而逐渐升高, 且从幼龄林到过熟林, 大部分优势树种(组)的碳密度增长率均有提高, 尤其是成熟林到过熟林的碳密度增长率达到最大, 这可能是因为大径材林木在单位面积蓄积量上的优势大于中小径材。各优势树种(组)碳密度从高到低排序为中生阔叶树组、杨树、红豆杉、国外松组、马尾松、竹林、慢生阔叶树组、杉木组、速生阔叶树组、经济林组、灌木组。中生阔叶树组因木质结构紧实, 木纤维丰富, 生长速度相对较缓, 因此, 中生阔叶树组的碳密度最大; 杉木组和马尾松属于速生树种, 木质紧实度和木纤维含量较中生阔叶树组低, 故而碳密度小于中生阔叶树组。

3.2 各优势树种(组)碳储量的空间分布特征

本研究把各优势树种(组)主要归为三类: 一是阔叶树种(组), 由杨树、速生阔叶树组、中生阔叶树组、慢生阔叶树组组成; 二是针叶树种(组), 由杉木组、红豆杉、国外松组、马尾松组成; 三是由竹林、经济林和灌木林组成的无法直接计算蓄积量的其他树种(组)。在这三个类型的基础上, 逐步分析每个类型树种(组)的碳储量空间特征。

涪口区各林地小班碳储量大部分都集中在100 t以下, 且多以10~20 t为主, 仅有较少部分小班的碳储量能够达到100 t以上。这是因为一方面涪口区的优

势树种(组)分布较为零散, 鲜有成片且面积较大的林分集中生长, 导致大部分小班的面积在1 hm²以下, 故小班的实际碳储量相对较小; 另一方面则是大部分优势树种(组)的碳密度相对较小, 整个涪口区的平均碳密度为19.72 t/hm²。因此大部分面积低于1 hm²的小班, 其优势树种(组)的碳储量很难超过20 t。

由图1可知, 在阔叶树种(组)中, 速生阔叶树组和杨树(杨树因小班数量少, 且杨树属于速生丰产树种, 故将其与速生阔叶树组归为同类进行分析)主要分布在涪口区的中部偏南地区。该树种(组)中73.65%小班的碳储量集中在20 t以下; 碳储量在100 t以上的小班仅有19个, 占有速生阔叶树组(包含杨树)小班的1.83%。中生阔叶树组主要分布在涪口区的北部及中部地区, 分布形式较为零散。中生阔叶树组碳储量处于20 t以下的小班数量相对较少, 仅占该树组总小班数的20.66%, 主要分布在涪口区中部; 碳储量在600 t以上的小班有8个, 主要分布在涪口区北部, 优势树种均为木荷, 说明木荷在研究区的固碳能力属于第一梯队。慢生阔叶树组碳储量20 t以下的小班零散分布在研究区的西部和南部地区, 数量为2 669个, 占该树组总小班数的52.37%; 21~600 t的小班主要分布在研究区的东南部地区, 且碳储量在100 t以上的小班主要分布在研究区的东部。

由图2可知, 在针叶树种(组)中, 杉木组主要集中分布在研究区的南部地区, 北部和西部地区小范围集中分布, 杉木是针叶树种(组)中分布面积最

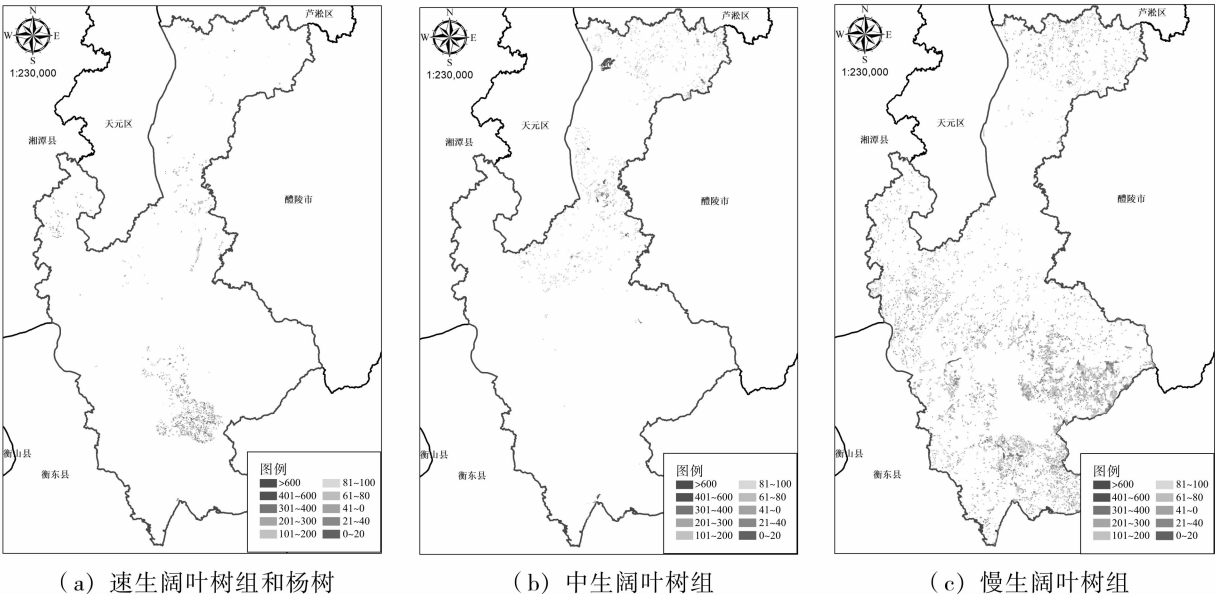
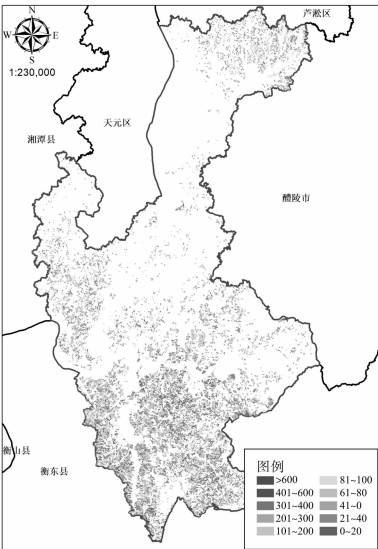


图1 涪口区阔叶树种(组)的碳储量空间分布

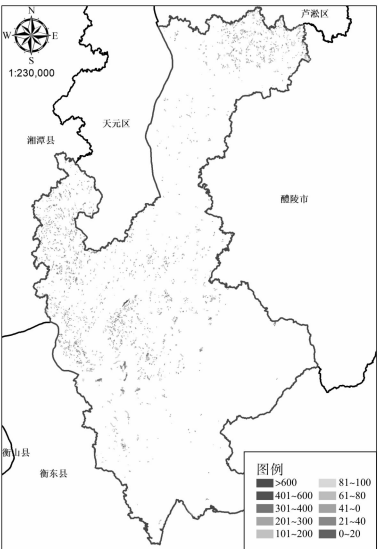
大的树种。其中碳储量在 20 t 以下的小班数为 9 048 个,占该树种(组)小班总数的 65.53%,这些小班主要分布在南部区域。杉木组碳储量在 100 t 以上的小班有 444 个,占杉木小班总数的 3.22%,集中分布在研究区的西部。红豆杉、国外松组、马尾松的小班数量相对较少,三者碳储量在 20 t 以下的小班数量为 1 434 个,占三者总数的 58.89%,这些小班主要分布在研究区的西部及北部地区;碳储量在 20 t 以上的小班分布在研究区的中部区域。

由图 3 可知,在其他树种(组)中,竹林主要分布在研究区的东部和南部,碳储量在 20 t 以下的小班

有 4 394 个,占竹林小班总数的 59.95%;碳储量在 100 t 以上的小班有 681 个,占竹林小班总数的 9.29%,集中分布在研究区的东部,有少部分集中分布在南部,这是因为竹子具有很强的繁殖能力,在人为干预较小的情况下,非常容易集中生长。经济林组碳储量在 100 t 以下的小班,占小班总数的 96.53%;在 20 t 以下的小班有 5 431 个,占小班总数的 65.68%,零散分布在整个研究区;碳储量在 60 t 以上的小班有 897 个,占小班总数 10.85%,主要集中在研究区的北部偏下区域,这是由经济林的经营措施和经济林小班面积普遍偏小决定的。灌木组的小班碳储量均在 100 t

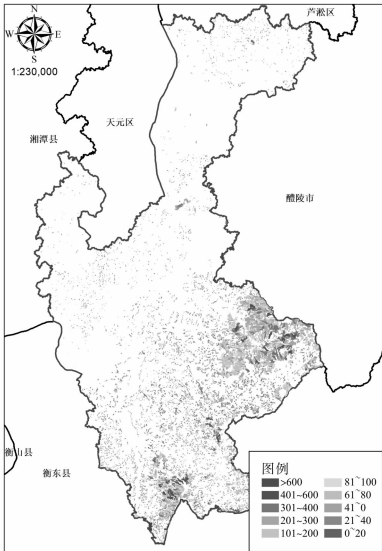


(a) 杉木组

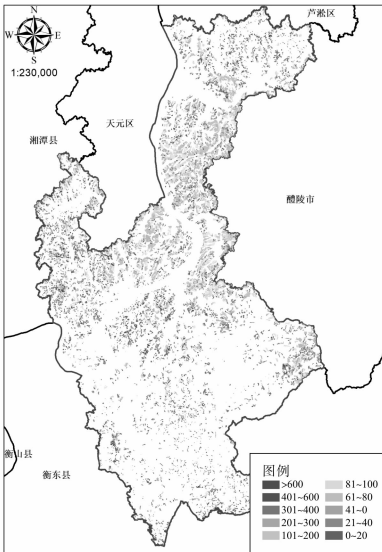


(b) 国外松组、马尾松、红豆杉

图2 渌口区针叶树种(组)的碳储量空间分布



(a) 竹林



(b) 经济林组和灌木组

图3 渌口区其他树种(组)的碳储量空间分布

以下,其中20 t以下的小班为219个,占小班总数的85.88%,其小班碳储量偏小的原因主要是自身碳密度较低。

4 讨论与结论

4.1 讨论

涪口区森林碳储量整体处于较低水平,平均碳密度仅 19.72 t/hm^2 ,林地小班的碳储量普遍集中在10~20 t,只有少部分小班的碳储量能够达到100 t以上。其原因在于研究区的优势树种(组)侧重于社会经济价值,经济林、杉木林和竹林的比重相对较大,而更能体现生态服务功能的木荷、桦木等阔叶树种的占比相对较少。

有研究表明^[12],设立自然保护区和人为适度干预对区域内植被的碳储量有提升作用。为进一步提高研究区的碳储量及固碳能力,建议研究区一方面通过设立自然保护区或扩大现有风景区和林场的面积,加强对辖区内红豆杉、樟类、枫香、桦类、槲类、木荷等针阔叶树种的封山育林,同时加大对风景区、国有林场、自然保护区的监管和执法力度,严禁乱砍滥伐等违法违规行;另一方面对林分质量较低的经济林、杉木林、一般灌木林以及易感染松材线虫病的马尾松林等林分进行提质改造,充分结合湖南省国土绿化等项目适当开展人工促进措施,增植或者在杉木、马尾松等针叶纯林中适当补植木荷、槲类、桦木等中生阔叶树种,优化林分空间结构,进一步加强森林生态系统的稳定性,提高涪口区森林整体碳储量水平。

4.2 结论

为探究涪口区森林的固碳能力及固碳现状,本研究运用生物量转换因子连续函数法,计算了研究区11个优势树种(组)的碳储量和碳密度,通过分析各优势树种(组)碳储量的空间分布及林分特征,得出以下结论:

1) 涪口区的森林总碳储量为1 119 132.36 t,且总体上碳储量与优势树种(组)的林分面积和蓄积呈正相关。其中对于计算蓄积量的优势树种(组)而言,蓄积量和林分面积是影响碳储量的主要因素;对于经济林组、竹林、灌木组等通常不计算蓄积量的优势树种(组)而言,林分面积是影响碳储量的主要因素。

2) 涪口区林地的平均碳密度为 19.72 t/hm^2 。各

优势树种(组)碳密度从高到低依次排序为中生阔叶树组、杨树、红豆杉、国外松组、马尾松、竹林、慢生阔叶树组、杉木组、速生阔叶树组、经济林组和灌木组,其中速生阔叶树组、经济林组、灌木组的碳密度低于平均值,说明速生树种、经济林树种、灌木组的固碳能力相对较差。此外,各优势树种(组)的碳密度也会随着龄组的增大而逐渐升高。

3) 涪口区碳储量较高的区域主要集中在分布东部及南部小范围地区,属于竹林分布范围,这是因为竹林在研究区的分布面积大且集中,而其他优势树种(组)分布零散,难以形成碳储量高峰期。

参考文献:

- [1] 刘领,王艳芳,悦飞雪,等.基于森林清查资料的河南省森林植被碳储量动态变化[J].生态学报,2019,39(3):864-873.
- [2] 雷海清,孙高球,郑得利.温州市森林生态系统碳储量研究[J].南京林业大学学报:自然科学版,2022,46(5):20-26.
- [3] 任德智,廖兴勇,肖前刚,等.成都市森林植被碳储量及空间分布格局[J].西部林业科学,2021,50(3):74-81.
- [4] 苏永新,卢紫君,曹谊,等.广东省德庆林场乔木林碳储量与碳密度研究[J].中南林业调查规划,2021,40(2):42-45.
- [5] 张超.城步苗族自治县林地碳储量及碳密度研究[J].中南林业调查规划,2019,38(3):52-56.
- [6] 李爱琴,王会荣,王晶晶,等.安徽省森林植被碳储量、碳密度动态及固碳潜力[J].江西农业大学学报,2019,41(5):953-962.
- [7] 吴萍萍,董宁宁.山西主要天然林资源碳储量和碳密度的动态研究[J].西南林业大学学报:自然科学,2017,37(5):174-178.
- [8] 汤浩藩,许彦红,艾建林.云南省森林植被碳储量和碳密度及其空间分布格局[J].林业资源管理,2019(5):37-43.
- [9] 李园园,王蕾,刘琪璟,等.新疆喀纳斯自然保护区森林碳储量及碳密度变化[J].干旱区研究,2019,36(5):1136-1145.
- [10] 张秋根,任超,王苏琴,等.江西省亚热带常绿阔叶林碳储量和碳密度的影响因子[J].南昌航空大学学报:自然科学版,2018,32(4):86-92.
- [11] 彭玺,张亚威.湘乡市林地森林碳储量及碳密度研究[J].中南林业调查规划,2019,38(1):62-67.
- [12] 陈科屹,王建军,何友均,等.黑龙江大兴安岭重点国有林区森林碳储量及固碳潜力评估[J].生态环境学报,2022,31(9):1725-1734.

林业科技助力广西罗城乡村振兴的对策分析

何 见¹, 李平先², 覃小勇³

(1. 国家林业和草原局中南调查规划院, 长沙 410014; 2. 国家林业和草原局, 北京 100714;
3. 罗城仫佬族自治县林业局, 广西 河池 547000)

摘 要: 林业科技是生态扶贫和乡村振兴工作的重要组成部分, 实施林业科技项目可以有效衔接乡村振兴建设, 实现绿富双赢目标, 打造美丽幸福和谐新罗城。在充分分析罗城区域情况及其林业科技推广项目的基础上, 分析总结了林业科技对乡村振兴战略的价值和存在的问题, 针对性地提出林业科技助力乡村振兴的对策建议, 以为林业科技工作者提供参考。

关键词: 林业科技; 乡村振兴; 价值分析; 罗城

中图分类号: S7-9; F307.2; F326 **文献标识码:** B **文章编号:** 1003-6075 (2023) 02-0025-03
DOI: 10.16166/j.cnki.cn43-1095.2023.02.006

Analysis of Strategies for Utilizing Forestry Science and Technology to Support Rural Revitalization in Luocheng County of Guangxi

HE jian¹, LI Pingxian², QIN Xiaoyong³

(1. Central South Academy of Inventory and Planning of NFGA, Changsha 410014, Hunan, China; 2. National Forestry and Grassland Administration, Beijing 100714, China; 3. Luocheng Mulao Autonomous County Forestry Bureau, Hechi 547000, Guangxi, China)

Abstract: Forestry science and technology play a crucial role in ecological poverty alleviation and rural revitalization, implementing forestry science and technology projects can effectively connect rural revitalization efforts, achieve a win-win situation of green development and wealth creation, and create a beautiful, happy, and harmonious new Luocheng. Based on a comprehensive analysis on the regional situation in Luocheng and the promotion of forestry science and technology projects, this study summarized the value of forestry science and technology in rural revitalization strategies and identified existing issues. Targeted suggestions were proposed to harness the power of forestry science and technology to support rural revitalization, providing valuable insights for forestry science and technology practitioners.

Key words: forestry science and technology; rural revitalization; value analysis; Luocheng

自脱贫攻坚战打响以来, 罗城仫佬族自治县(以下简称“罗城”)始终坚持以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导, 深入贯彻习近平总书记关于扶贫工作的重要论述和决战决胜脱贫攻坚重要讲话精神, 把脱贫攻坚和振兴乡村作为头等大事和第一民生工程。罗城是国家林业和草原局定点对口帮扶的贫

困县之一, 按照国家林业和草原局统一部署和要求, 认真践行习近平总书记“绿水青山就是金山银山”的新发展理念, 以生态扶贫为突破口, 强化林业科技支撑, 精心谋划, 精准发力, 综合施策, 倾情定点帮扶贫困山区, 用心用情用力打好脱贫攻坚战, 为乡村振兴赋能加速, 实现乡村振兴。

* 收稿日期: 2022-06-08

基金项目: 2020年中央财政林业科技推广示范项目([2020]TG11; [2020]TG12)。

作者简介: 何见(1982—), 男, 河南信阳人, 硕士研究生, 高级工程师, 主要从事森林资源调查与监测、森林培育、林业科技推广等研究工作, 2019—2021年在罗城仫佬族自治县林业局挂职副局长。

1 区域概况

罗城位于广西壮族自治区北部,河池市东部,云贵高原苗岭山脉九万大山南麓,是全国唯一的仫佬族自治县,也是国家扶贫开发工作重点县和滇桂黔石漠化片区县。全县总面积2 651 km²,辖7镇4乡,居住着仫佬、壮、汉、苗、瑶、侗等12个民族,总人口38.60万人,其中仫佬族人口13.48万人,占全县总人口的35%,占全国仫佬族总人口的80%以上。全县现有林业用地面积19.6万hm²,占国土面积的73.9%,有林地面积11.0万hm²,生态公益林面积8.2万hm²,森林蓄积量1 243万m³,森林覆盖率70.28%。

由于历史原因和自然条件的制约,2015年底,全县共有8.39万贫困人口、82个贫困村,贫困发生率为28.47%。在上级党委、政府的坚强领导下,在国家林业和草原局、深圳市等中央定点对口帮扶及东西部协作单位和社会各界的大力帮助下,罗城举全县之力决战决胜脱贫攻坚。经过8年的精准扶贫、5年的脱贫攻坚战,在现行标准下,罗城于2020年底实现全县农村贫困人口全部脱贫。脱贫攻坚战取得了全面胜利,并不意味着马上步入了乡村全面振兴的新阶段。罗城因为特殊现实原因,仍是国家林业和草原局定点帮扶的乡村振兴重点帮扶县和滇桂黔石漠化片区县,仍面临着重重困难,跨越到乡村振兴还需要进一步夯实脱贫成果^[1]。

2 林业科技对乡村振兴建设的价值分析

2.1 科学谋划,建设一批林业科技项目

在国家林业和草原局的定点帮扶下,罗城通过规划找项目,以项目找资金,以资金推进项目建设,结合各乡镇的地理位置、土壤、气候、地形地貌等自然条件,因地制宜,立足品种选优、提质增效等方面深入研究,谋划了速生丰产林、林下经济等一批林业科技项目。“十三五”以来,共完成林业科技项目建设30余个,投入资金1 650万元。林业科技项目的顺利实施,有力推动了林业产业健康持续发展,社会效益、经济效益日趋凸显。

2.2 科技引领,推广应用一批科技成果

结合林业资源分布情况,以科技为引领,先后推广速生杉、秃杉、速生泓森槐、油茶良种扩繁、林木良种培育、林下中草药高效栽培技术、林下食

用菌栽培关键技术等一批科技成果。油茶、柑橘、沙田柚、沃柑等优良品种的经济林品牌优势逐渐形成,全县已种植油茶面积达到0.8万hm²。草珊瑚、吴茱萸、山豆根等药用植物项目的推广深受人民群众欢迎。林业科技产业呈现出更加健康蓬勃的发展趋势。

2.3 创新发展,培育一批绿色富民产业

罗城发展科技创新,在“公司+基地+农户(贫困户)”模式中大力注入林业科技元素,通过建立产业基地抓示范、树典型,辐射带动贫困户脱贫。全县建成油茶、核桃、毛葡萄等河池市“十大百万”产业面积18.7万hm²,建成林业科技示范基地58个,其中明亿万亩油茶示范区、龙岸金玉柚产业示范区被广西壮族自治区评为三星级现代特色农(林)业核心示范区。在富民产业发展中,一是着重提高科技在林业产业中的贡献率,提高产出、提升品质;二是引导各类公司、社会经济人才创建示范基地,为他们在土地利用、产业保险等方面做好优质服务;三是加大对产业基地的投入力度,每年安排资金和整合各类资金达1亿多元用于林产业发展。

2.4 强化培训,建立一批林业科技服务团队

采取多种形式全力抓好科技培训工作并建立了一支林业科技服务队伍。一是依托国家林业和草原局的专家教授和科技团队,培养了一批林业科技干部骨干和技术能手,其中有25名林业技术干部深入村屯,在群众身边手把手开展林业科技帮扶活动;二是培育了一批文化水平较高、适应能力较强、热衷于发展产业的乡村致富带头人,合计500余人,其中乡土专家40名;三是加强科技服务宣传,大力普及林业科学知识,提高林农科技水平;四是加大科技经费投入,把配套经费列入每年县财政预算,为科技项目的顺利实施提供了稳固的资金来源保障。

2.5 区域合作,搭建一批科技服务平台

加强与国家林业和草原局科技部门的沟通合作,开通了林业科技培训直通车讲堂等平台,提供科技资讯、专家问答等“掌上”科技服务。对接3家大型制药企业到罗城指导林下中草药产业发展,本着“以市场需求明确生产需求,以生产需求研判技术需求”的原则,谋求各级科技部门和专家学者的帮助,使林业科技扶持更加精准,科技转化生产力的成效更加显著,群众获得更多的经济收益。

3 存在的问题

3.1 石漠化问题突出,生态环境脆弱

罗城位于滇桂黔石漠化地区,区域石漠化严重,石山密布、山地贫瘠,岩溶地貌连片分布,以孤峰残丘和溶蚀洼地为主,耕地资源匮乏,地质条件脆弱,资源环境承载力低,极易发生干旱与洪涝等自然灾害,生态条件十分脆弱。

3.2 项目实施困难,生态建设任务重

通过多年的生态扶贫,重点建设中央财政造林补贴试点、退耕还林、石漠化综合治理、珠江防护林等一批林业生态工程项目,全县境内实施造林条件较好的宜林地已大幅减少。当前,只有部分石漠化区域有较大范围的可造林地,但是项目的实施难度却明显加大,生态建设任重而道远。

3.3 林产业发展缓慢,收入渠道单一

贫困地区多为“老、少、边、山、穷”地区,基础设施建设滞后,基本公共服务供给不足,且贫困程度不一,居民绝大多数居住在边远深山地区,靠山吃山,对林业产业的发展没有足够的认识。全县较为丰富的毛葡萄、油茶、核桃等经济林产品基本上以初级产品为主,林业产业结构单一,整体效益不高。资源转化利用程度低,产品精深加工能力弱,产业链条不完整,市场体系不完善,配套设施落后,有效带动区域经济发展的支柱产业少。

3.4 林业技术人才缺乏,林业科技水平相对滞后

由于特殊的历史、地理环境条件等诸多原因,绝大多数贫困地区位于偏远山区,远离中心城市,交通不发达,林业科技与扶贫人才严重匮乏。林农依然是通过传统流传与经验积累来获取林业科技知识,知识陈旧、更新速度慢,难以接触到先进的林业生产经营技术^[2],更难以掌握林业生产先进技术、实用技术,致使林业科技项目推动实施难度较大,林业对贫困人口增收的带动作用不明显,林业发展无法发挥应有的效益。

3.5 资金投入不足,经济发展水平较低

罗城财政税收少,常年依靠中央转移支付支持,财政扶贫预算有限,林业科技项目没有配套资金。与此同时,罗城基础设施建设落后,交通网络不完善,物流不畅,引进企业难度大,严重制约了当地的社会经济发展;加之信息化建设落后,市场信息闭塞,林产品销售难,林业产业难以开展集约化、规模化高效

经营。

4 对策建议

4.1 加强林业资源保护,推动生态建设

目前,罗城森林覆盖率年均增长0.5%,森林蓄积量年均增长4.25万 m^3 。县内的广西罗城国家地质公园和九万山国家级自然保护区是国家重点生态功能区,良好的生态环境是罗城最大的优势和宝贵的财富。林业助推乡村振兴属于我国生态文明建设的重要环节。林业资源保护是完善林业第一产业的重点,引导经济落后地区农民培育森林资源、发展林下经济等生态建设项目,为第二产业提供原料。第一、第二产业链打通之后,林业助推农民提高经济收入,反过来作用于农民的林木保护意识^[3],提升国土绿化面积和森林质量,促进林业高质量发展,提升生态系统服务功能,最大程度培植绿色发展优势。

4.2 调整林产业政策,优化林产业结构

随着小康社会的全面建成、乡村振兴战略进入深水区,为进一步巩固脱贫攻坚的不易成果,以林业科技助力乡村振兴势在必行^[4]。牢牢抓住产业兴旺这个乡村振兴的“牛鼻子”,结合罗城发展规划,优势互补,助力发展县域富民产业。在林业产业政策方面,要积极制定计划并出台扶持林业产业高质量发展政策,专项用于发展木本油料、林下经济、森林康养、中药材产业和林业基础设施建设。引进行业龙头企业,采取“龙头企业+合作社+农户”的产业发展模式,引导农户参与产业发展,实现林业产业生态价值。

4.3 培养科技人才,普及林业先进实用技术

充分发挥林业科技特派员在科技服务与林产业发展中的支撑作用,积极鼓励林业科技特派员深入山区开展实用技术指导、科普知识宣传,到贫困村、贫困户中开展科技服务,提高贫困群众的科学素养和科技水平。同时,整合现有资源,针对乡土人才,重点培养他们的学习、创新、合作、敬业、诚信等意识,采取“理论+实践”培训方式,使他们真正掌握先进的林业实用技术,积极发挥他们的致富带头能力,增强当地产业的造血功能,确保林业科技助推乡村振兴。

4.4 加大林业科技资金投入

林业科技资金的投入,要确保以下三个方面的使用,一是设立林业科技项目专项基金,与科研院所共

(下转第34页)

基于 B/S 架构的营造林可视化管理与分析系统

邢元军¹, 宋亚斌¹, 郭晓妮¹, 温坤剑¹, 胡中岳¹, 刘宏伟²

(1. 国家林业和草原局中南调查规划院, 长沙 410014;

2. 西藏自治区林业调查规划研究院, 拉萨 850005)

摘要: 合理控制营造林规划面积和质量, 把控预期成效, 是推动国土空间绿化事业高质量发展的重要基础, 也是林长制考核制度的主要参考指标。将传统造林绿化升级转型与现有可视化技术结合, 建立三维立体的造林更新数据库, 实现统一管理与应用智慧化造林过程, 推动营造林全流程的精准化和高效化, 是新时代造林绿化过程中亟待解决的问题。系统基于生长过程的单木模型构建、营造林智能规划、过程可视化、营造林工程管理流程设计为主要技术手段, 形成多源图层展示、项目管理、营造林过程三维可视化、核查验收、统计报表五个模块, 实现了以造林郁闭时间轴的全过程可视化管理与分析, 可为未来大规模国土空间绿化提供技术支撑。

关键词: 营造林过程; 可视化模拟; 营造林信息管理; 国土空间绿化

中图分类号: S757 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-6075 (2023) 02-0028-07

DOI: 10.16166/j.cnki.cn43-1095.2023.02.007

Visualization Management and Analysis System for Afforestation Based on B/S Architecture

XING Yuanjun¹, SONG Yabin¹, GUO Xiaoni¹, WEN Kunjian¹,
HU Zhongyue¹, LIU Hongwei²

(1. Central South Academy of Inventory and Planning of NFGA, Changsha 410014, Hunan, China;

2. Forestry Inventory and Planning Institute of Tibet Autonomous Region, Lhasa 850005, Tibet, China)

Abstract: Effective control of the quality and quantity of afforestation and control of anticipated achievement are crucial for the successful development of greening initiatives as well as a key reference index of forest chief system. By combining traditional afforestation upgrading and transformation with contemporary visualization technology, it is the problem needed to be solved immediately in the process of modern afforestation, to create a three-dimensional afforestation update database, to implement an intelligent and unified management of the afforestation process, to increase precision and efficiency over the whole process of afforestation. This paper proposes the main technique application of single-tree models based on growth processes, intelligent planning of afforestation, process visualization, and process design for afforestation project management. Finally, five modules are created, including “one map” demonstration module, project management module, 3D afforestation process visualization module, verification and acceptance module, and statistical reporting module. This system aims to provide a comprehensive, visual timeline-based management and analysis of the afforestation process, supporting the large-scale greening of national land in the future.

Key words: afforestation processes; visualization and simulation; information management of afforestation; greening of national spaces

* 收稿日期: 2022-10-11

作者简介: 邢元军 (1982—), 男, 山东文登人, 高级工程师, 主要从事林草资源调查监测工作。E-mail: zny_xyj@foxmail.com。

森林约占全球陆地表面的31% (约40亿hm²),在维持生物多样性、气候调节、碳储存、防止土壤侵蚀以及缓解洪水灾害等方面发挥着重要作用^[1]。了解森林结构、空间模式、动态以及林分内单木的生长情况,对于森林可持续化经营、公共教育和决策过程非常重要^[2]。目前,森林可视化研究主要用于提供有关林分状况、管理计划以及景观尺度信息^[3]。

传统二维森林特征,主要以卫星影像或地类分类栅格,以及林草湿地资源“一张图”等方式表示^[4]。然而,三维重建的森林景观可以更加直观且传达更多的结构和林分信息^[5]。利用多维度构建的虚拟森林环境,将中心平面图形拓扑展示转向新的沉浸式、以自我为中心的现地模拟,通过在三维森林场景中移动视点,交互式可视化可以更清晰地传达空间关系,为经营者决策支持提供了新能力^[6]。

目前的在森林可视化方面已有较多研究,主要分为实现单木生长变化可视化^[7-8]、正常演替下林分生长可视化^[9-10]以及各类胁迫环境下林分可视化模拟^[11]。在众多森林可视化系统中,美国农业部林业局开发的森林植被模拟系统(Forest Vegetation Simulator, FVS)通过构建单木生长与收获模型及动态调整参数预测未来林分数据,提供免费的客户端软件已被广泛使用^[12-13],但真实地理位置难以映射以及缺少对森林场景的实时渲染致使其停留在科研层面,难以推广至生产使用。相较于使用不够灵活、扩展性较差、不能跨平台的传统森林可视化平台,构建B/S (Browser/Server) 的软件架构,仅用浏

览器调用需要的地图图片或者数据,再通过浏览器接收返回信息并完成真实地理信息显示,能更好地为基层技术人员服务,优化用户体验和互动^[14-15]。

根据《全国国土绿化规划纲要(2022—2030年)》的要求,计划“十四五”期间完成造林种草等国土绿化0.33亿hm²^[16]。将传统造林绿化升级转型与现有可视化技术结合,建立三维立体的造林更新数据库,实现统一管理与应用智慧化造林,推动营造林全流程的精准化和高效化,是新时代造林绿化过程中亟待解决的突出问题。

本文实现了基于B/S架构的营造林可视化管理与分析系统,将造林绿化项目的相关数据标准化,优化模型搭建算法,实现快速渲染建模,利用多源栅格与多层次矢量还原造林地三维场景搭建,建立以造林、成林为时间轴的全过程可视化展示平台。

1 系统实现需求分析与设计

1.1 需求分析

构建基于Web技术的营造林可视化管理与分析系统,需要集成和管理来自不同数据源的造林绿化项目相关数据。该系统应提供直观易用的可视化界面,动态展示成林过程中的变化。最终,该系统应实现以下功能:图层可视化、营造林施工设计、核查验收、统计报表等。

1.2 总体架构设计

本系统划分为业务层、基础组件层、数据层和基础设备层4个层(图1)。业务层是为用户提供可视

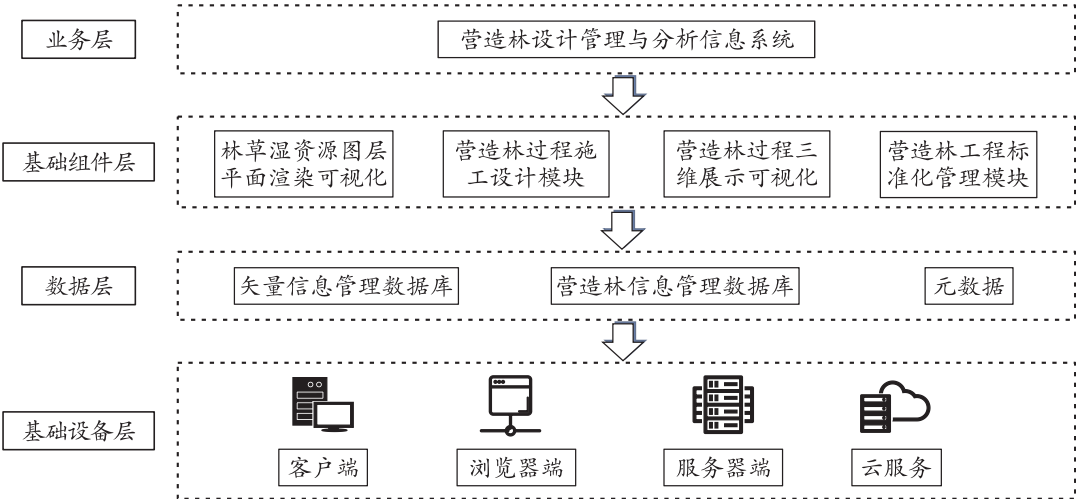


图1 系统组成结构

化、管理、分析等功能的界面，在业务层产生了对底层组件的作业要求之后，底层组件完成相应的运算并将计算的结果反馈给业务层。基础组件层包括林草湿资源图层平面渲染可视化模块、营造林施工设计模块、营造林三维展示可视化模块、营造林工程标准化管理模块。数据层主要存储系统正常写入的数据库，通常业务层发出指令后，基础组件层完成运行，参与计算的数据从数据层流出，计算结果可保存至成果数据库中。数据层主要负责向基础组件层提供可存取的

数据资源，包括矢量数据、信息数据库和请求元数据。基础设备层包括整个系统的软件和硬件，用户能够方便地进行多平台扩展。

1.3 系统功能设计

本研究以造林项目作为基本设计单元，制定实际地理造林范围内的作业方案，并将参数化作业设计信息输入计算机图像学基础库中，通过模拟造林项目内林木的三维分布情况，实现造林区域的交互式可视化。系统功能设计见图 2。

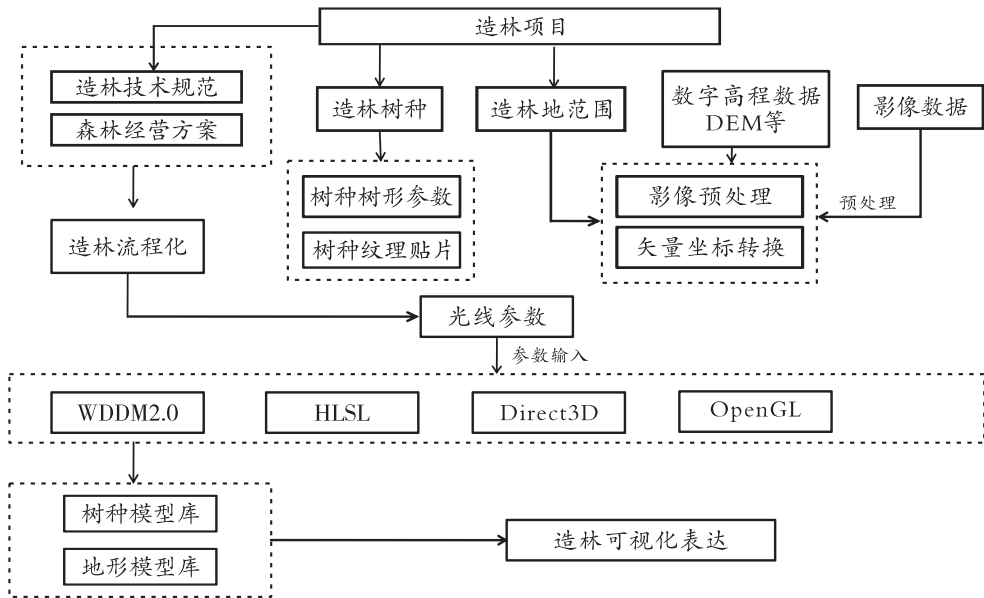


图 2 系统功能结构

1.4 开发方案

本系统采用 B/S 架构，浏览器端基于 JavaScript 语言，搭建基于 Cesium 三维引擎的造林绿化三维场景，优化可视化算法，提高造林项目场景渲染效率，缩短模拟造林过程时间，以遥感影像真实数据加载场景，优化显示效果。数据同步支持 ArcGIS、Super-Map、GeoServer 等常用地理信息平台，提供 Web 端 API、移动端 API、可视化 API 和 Android SDK 等各类接口服务，提供全终端应用服务。

服务器端采用 Java 及其 Spring Boot 框架，数据库方面通过 PostgreSQL 数据库内嵌 Citus 服务（以插件形式）独立于 PostgreSQL 内核，快速响应版本更新，实现分布式部署，支持双机热备。服务器与客户端之间通过 HttpClient 以 json 形式的参数调用 http 接口，然后接收返回的 json 数据，返回的结果使用 Gson 转换成对象再处理，实现数据安全传送。

1.5 实验条件与硬件环境

实验软硬件环境详见表 1。

表 1 系统软硬件环境配置

数据库服务器							应用服务器				
处理器	内存 (RAM)	存储空间	数据库版本	最大 TCP 连接数	备份	网络	处理器	内存 (RAM)	存储空间	操作系统	网络
Intel Xeon E5 - 2670 V2	8 GiB	256 GiB	Postgre SQL 13.0	50	支持快照, 自动备份	可与应用服务器连通	Intel Xeon E3 230 V3	16 GiB	256 GiB	Linux	互联网, 带宽 10 Mbps

2 系统关键技术

2.1 基于生长过程的单木模型构建

树木是森林的主体,真实林木三维模型的构建是再现森林可视化的一个重要组成部分。林木三维模型是以自然界中不同类型的林木为基础,通过计算机图形学、图像处理、计算机辅助审计和计算机视觉技术,最终将林木的形态结构以三维成像的方式显示在计算机屏幕中。林木三维模型不仅可以准确地描述林木基本形态特征、结构特征和纹理特征,还能够在这些特征的基础上,通过一定的算法体现出自然界林木

形态结构的多样性。林木三维模型是以林业调查数据为基础,在真实林木形态特征的基础上通过计算机三维模型搭建技术得到的,通过林木生长环境、树种、生长年限等信息,搭建不同的树种模型,为造林可视化提供基础模型。系统依据檫木(*Sassafras tzumu*)、榉树(*Zelkova serrata*)、朴树(*Celtis sinensis*)、山核桃(*Carya cathayensis*)和湿地松(*Pinus elliottii*)现有的不同生长阶段的三维枝下高、冠高、冠幅生长模型,结合三维动态渲染技术,实现了上述树种生长的可视化模拟。图3演示了1—5年生榉树和湿地松的生长模型。

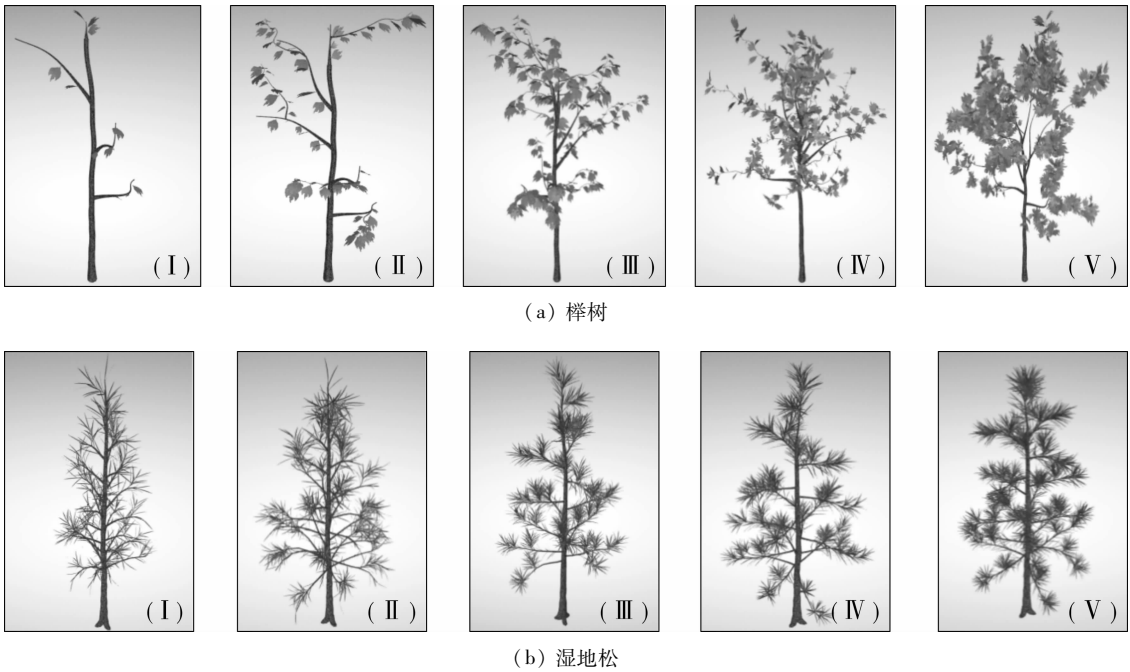


图3 榉树和湿地松1—5年生单木模型

2.2 营造林智能规划

该模块以规划小班为基础,在确定树种类型、树种混交比例等造林因子后,按照成林时间轴,智能模拟造林过程。在此过程中,本着适地适树的基本造林原则,依据小班区域的作业设计因子信息,利用系统自带融合的树种林学特性栽培专家数据库以及多方位种植技术库,运用成分分析手段,对作业区域的地块肥力、酸碱性、微生物等情况进行定量分析,推荐适应于该地块的种植树种。

2.3 营造林过程可视化

依据造林小班的设计因子,如混交方式、混交比例等,进行待造林小班的智能规划,按照造林郁闭时间轴,最终结合地形和单木模型,三维展示该小班从

整地到造林郁闭的过程,展示营造林从整地到林木第五年逐年生长的三维可视化过程(图4)。此外,独立构建灌溉水源辅助系统,根据水源的分布、储水量、流向等信息,结合作业区域的水源类型,创建水井、水库、水源等不同的模型(图5),为造林过程的灌溉设计提供基础模型数据。

2.4 营造林工程管理流程设计

当前营造林系统面临数据量繁杂、缺少标准化数据管理范式等问题。将多维度造林信息进行整合,形成网格化以及系统化管理工具,实时进行流程化管理和成果实时性输出是待提升的目标。本系统以不同项目标段包含的林地小班作为管理对象,内容包括项目名称、项目类型、所属区县、项目占地面积、新增面

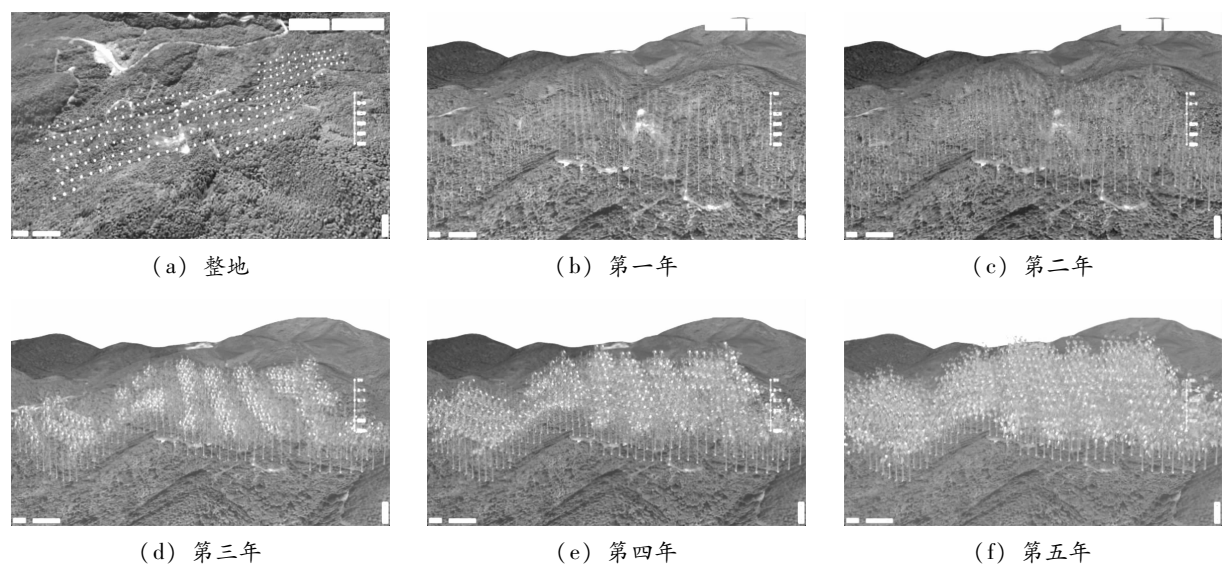


图4 三维可视化营造林过程

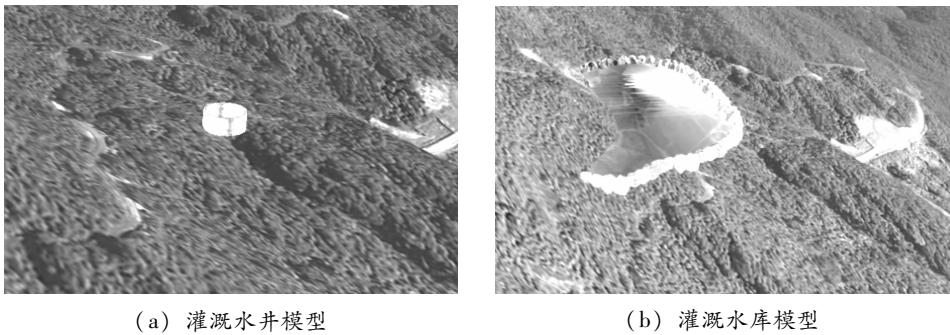


图5 营造林灌溉水源辅助设计

积等。按照用户不同的属性，将林业主管部门管理人员作为系统管理人员，提供监理、设计、施工三类人员的项目汇报功能，包括标段名称、项目类型、项目进展、问题内容、问题类型、问题来源以及问题状态等信息，并将这些信息推送给林业主管部门管理人员，使得问题痕迹化，管理扁平化，进而提升营造林的效率。

3 系统实现

3.1 多源图层展示模块

多源图层展示模块基于 WebGIS 平台，上传加载造林作业区域相关的基础矢量数据和栅格影像数据，具有支持用户自定义图形查询与浏览、图斑位置定位功能。该模块不仅支持多图层叠加二维展示，还能够将林业矢量数据与三维地形数据相互叠加，实现点、线、面要素在三维场景中的快速构建与可视化表达。通过应用三维可视化特效，可以真实再现森林资源的分布情况。

3.2 项目管理模块

项目管理模块是本系统核心业务模块之一，该模块按照职能权责划分不同的管理身份和权限。系统产生的所有业务数据以县级为基础单位，以项目为独立单元进行分层管理。县级层面管理主要实现县内可绿化的图斑分发、审核以及数据统计的功能，项目负责人完成分发图斑的设计和监管。各项目数据包括造林项目数据和项目关联的作业小班数据。项目关联的作业小班数据自动链接系统中对应图斑的信息，造林项目数据包括项目名称、建设性质、建设规模、投资类别、投资额等相关信息。

3.3 过程三维可视化模块

营造林过程三维可视化模块以 DEM 进行地形三维可视化效果渲染，结合不同林龄的三维树种模型，按照造林绿化区域范围与设计方式，设置各位置的 DEM 高程值，计算出树种需要生长的实际起点高度，再利用 WebGL 中 GIS 地图的地理坐标系进行相对应的转换，得到在实际地图上模型需要渲染的高度位

置,实现三维模型与DEM三维地形的共同可视化结合。利用WebGL技术为底层架构,结合三维框架实现三维模型在地图上的可视化展示,同时根据矩阵算法和设计因子进行分析,实现快速构建模型与各年度树木长势情况的动态渲染。利用纹理二维图形与林木三维模型进行纹理贴图,实现树种各年度更真实化的展示效果。

3.4 核查验收模块

该模块主要实现营造林小班编辑、卡片填写、逻辑检查等检查验收功能,将造林实际完成的图斑与预计造林图斑进行叠加分析,对营造林图斑的位置、面积、边界等信息进行核查,比较存活率是否达到相关技术规范要求。

3.5 统计报表模块

该模块通过设定统计条件,统计本地验收数据。统计报表包括一览表和统计表。一览表包括自查一览表和验收一览表,统计表包括自查汇总表、验收汇总表和造林绿化作业设计汇总表,实现了造林地区图表一键生成与导出。

4 结论与讨论

4.1 讨论

营造林可视化可以促进对营造林的结构、空间模式、动态和单个树木的生长情况的研究。本文从多源图层展示模块、项目管理模块、营造林过程三维可视化模块、造林核查验收模块以及统计报表模块等方面,探讨了基于B/S架构的营造林可视化管理与分析系统的可行性和实现方式,且取得了预期的应用效果。分析国外的基于B/S模式下的营造林系统,Singh等^[17]开发了由单一开源地理空间系统(如Mapserver、MapScript)构成的网络地图应用,可使得用户查看、更新、定制、检索、查询和分析营造林的表单数据库;Panizzoni等^[18]使用了GeoBrowser 3D、HTML5、WebGL、CSS 3D和Canvas元素用于森林模型的交互式可视化;Wang等^[19]使用X3DOM和HTML5将地理信息系统和森林模拟数据集融合,构建了WebGL渲染和森林景观的交互式可视化系统;Marano等^[20]在景观层面开发了可视化框架,该框架可在大范围的情况下展现更多的森林细节;Cibula等^[21]在斯洛伐克利用机载激光雷达数据构建了林分估测模型,并建成接近百万量级真实林木可视化系统。

对比国外现有研究,本文实现的系统功能集中于

营造林可视化与管理调度上,对于复杂的森林演替过程、人工干预过程的支持较少,缺少对激光雷达等三维遥感数据的利用,未能实现更为真实的森林映射^[22]。此外,由于基于B/S架构的渲染主要位于服务器端,依赖于服务器的稳定性与高效性,在面对海量渲染数据时仍存在计算开销问题。优化单木模型结构,引入高效的渲染机制,是下步工作加强的方向^[23]。

4.2 结论

以基于生长模型的单木模型构建、营造林智能规划、营造林过程可视化以及营造林工程管理流程为主要核心技术,实现了多源图层展示模块、项目管理模块、营造林过程三维可视化模块、核查验收模块以及统计报表模块,打造了集可视化、信息管理与分析于一体的营造林系统,提供了树种选择合理化、绿化设计规范化以及监测评价创新化的技术服务平台,助推未来国土绿化高质量发展。

参考文献:

- [1] Anonymous. Biodiversity: what China's researchers can show the world [J]. NATURE, 2020, 585 (7826): 481-482.
- [2] 惠刚盈,赵中华,陈明辉. 描述森林结构的重要变量 [J]. 温带林业研究, 2020, 3 (1): 14-20.
- [3] 刘海,张怀清,林辉. 森林经营可视化模拟研究 [J]. 世界林业研究, 2010, 23 (1): 21-27.
- [4] 罗为检,郑红,旦增,等. 构建西藏营造林管理信息系统技术探讨 [J]. 中南林业调查规划, 2013, 32 (4): 20-25.
- [5] 邓颂平,周俊杰,范延平,等. 自然资源三维立体“一张图”建设思路探讨 [J]. 自然资源信息化, 2022 (2): 1-7.
- [6] 邓强,张怀清,李永亮,等. 基于三维虚拟环境的林分结构调整可视化模拟技术 [J]. 林业科学研究, 2016, 29 (6): 890-895.
- [7] 马载阳,张怀清,李永亮,等. 基于空间结构的杉木树冠生长可视化模拟 [J]. 林业科学研究, 2018, 31 (4): 150-157.
- [8] 朱念福,张怀清,崔泽宇,等. 基于空间结构的杉木枝下高可视化模拟研究 [J]. 南京林业大学学报: 自然科学版, 2022, 46 (1): 51-57.
- [9] 代劲松,曹林,陈雷,等. 基于FORECAST模型的油茶林分可视化生长模拟 [J]. 林业科技开发, 2012, 26 (4): 53-57.
- [10] 李思佳,张怀清,李永亮,等. 基于样本库的杉木林分生长动态可视化模拟 [J]. 林业科学研究, 2019, 32 (1): 21-30.
- [11] 李骁尧,阮芳芳,刘旭升,等. 不同虫害程度下的云南松林分三维可视化模拟方法研究 [J]. 林业资源管理, 2018 (3): 65-70.
- [12] 衣旭彤,孙玉军. 适于FVS的杉木单木模型构建 [J]. 东北林业大学学报, 2017, 45 (7): 12-17.

[13] 刘平. 美国森林植被模拟系统 (FVS) 在北京地区人工林上的应用研究 [D]. 北京: 北京林业大学, 2007.

[14] 徐光辉, 陈桦. 基于 B/S 体系结构的地理信息系统 (GIS) 设计与实现 [J]. 科技信息, 2008 (36): 411-412.

[15] 宋关福, 陈勇, 罗强, 等. GIS 基础软件技术体系发展及展望 [J]. 地球信息科学学报, 2021, 23 (1): 2-15.

[16] 徐强, 刘欣. “十四五”期间将完成造林种草等国土绿化 5 亿亩 [N]. 法治日报, 2022-09-16 (6).

[17] Singh PS, Chutia D, Sudhakar S. Development of a Web Based GIS Application for Spatial Natural Resources Information System Using Effective Open Source Software and Standards [J]. Journal of Geographic Information System, 2012, 4 (3): 261-266.

[18] Panizzoni G, Magliocchetti D, Prandi F, et al. Interactive Virtual Planning Tools for Sustainable Forest Production in Mountain Areas [C] //Cham: Springer International Publishing. International Conference on Human-Computer Interaction, 2015: 220-225.

[19] Wang G, Zhang D, Zhou K, et al. Rule and reuse based lightweight modeling and real time web3D rendering of forest scenes [C] // ACM. Proceedings of the 23rd International ACM Conference on 3D Web Technology, 2018: 1-8.

[20] Marano G, Langella G, Basile A, et al. A Geospatial Decision Support System Tool for Supporting Integrated Forest Knowledge at the Landscape Scale [J]. Forests, 2019, 10 (8): 690.

[21] Cibula R, Sa ě kov I. An integrated framework for Web-based visualisation of forest resources estimated from remote sensing data [J]. Central European Forestry Journal, 2020, 66 (3): 170-176.

[22] Jurado J M, López A, Pádua L, et al. Remote sensing image fusion on 3D scenarios: A review of applications for agriculture and forestry [J]. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 2022, 112: 102856.

[23] Bao G, Li H, Zhang X, et al. Large-scale forest rendering: Real-time, realistic, and progressive [J]. Computers & Graphics, 2012, 36 (3): 140-151.

(上接第 27 页)

同合作, 确保科研和实验经费充足, 保证林业科技工作顺利实施; 二是保证广大林业科技人员 (科技特派员和乡土专家) 的下乡工作经费, 使林业科技人员能深入林区指导工作; 三是满足林业实用技术推广所需经费和培训经费, 保证科技下乡。对于资金的投入, 重点支持林业科技应用项目, 在资金的使用和管理上要制定出科学的管理和使用办法, 严格专项资金的审计工作, 避免违规使用林业科技资金, 堵塞漏洞, 确保乡村振兴战略的顺利实施, 从而促进罗城的经济的发展。

5 结语

生态扶贫是全国脱贫攻坚的主战场之一, 林业科技是生态扶贫工作的重要组成部分, 是实现百姓富、生态美的桥梁和纽带, 也是助推实现乡村振兴的催化剂和打开林业产业转型升级的关键钥匙。坚持“科技是第一生产力”, 主动适应林业发展新形势, 积极

发挥林业科技在乡村振兴中的关键作用, 精准施策、精准发力、持续发力。在推进林业科技推广与服务、林业产业发展、科技成果转化应用上不断探索和实践, 巩固脱贫成果, 改善罗城山区生产生活条件, 提高林业生产力水平, 注入绿色动能, 为促进人民群众增收致富贡献科技力量, 以更坚定的信心、更强有力的措施把林业科技与振兴乡村建设有效衔接起来, 实现绿富双赢目标。

参考文献:

[1] 边慧敏, 张玮, 徐雷. 连片特困地区脱贫攻坚与乡村振兴协同发展研究 [J]. 农村经济, 2019 (4): 40-46.

[2] 郝学峰. 关于林业扶贫工作的分析与研究 [J]. 国家林业局管理干部学院学报, 2015 (1): 49-53.

[3] 殷菲, 赵磊. 探讨林业助推乡村振兴绿色发展 [J]. 地产, 2019 (21): 19.

[4] 杨晓峰. 林业助推乡村振兴发展存在的问题及对策 [J]. 农村经济与科技, 2022, 33 (10): 47-49.

贵州省林业信息化现状及数字化转型建议

赵庆萍

(贵州省林业信息和宣传中心, 贵阳 550001)

摘要: 在深度了解贵州省林业数字化转型在信息化基础设施、数据资源、应用软件及人才队伍建设等方面的基础上, 对建设成效和存在的问题进行了客观剖析, 同时提出了增强林业立体感知能力、推进业务应用一体互联、强化数据资源整合共享等一系列对策, 助力贵州省林业数字化转型。

关键词: 林业信息化; 基础设施; 数据; 系统; 贵州省

中图分类号: S757 **文献标识码:** B **文章编号:** 1003-6075 (2023) 02-0035-04

DOI: 10.16166/j.cnki.cn43-1095.2023.02.008

Current Situation of Forestry Informatization and Suggestions on Digital Transformation in Guizhou

ZHAO Qingping

(Guizhou Forestry Information and Publicity Center, Guiyang 550001, Guizhou, China)

Abstract: By deeply understanding information infrastructure, data resource, application software, talent team construction and etc. of Guizhou digital forest transformation, this paper makes an objective analysis on construction efficiency as well as existing issues. A number of countermeasures such as enhancement of forestry stereoscopic perception, advancement of integrated business application, and reinforcement of consolidation/share on data resources are raised, aiming to support digital forest transformation of Guizhou.

Key words: forestry informatization; infrastructures; data; applications; Guizhou Province

1 林业信息化建设现状

1.1 基础设施建设

按照贵州省委、省政府部署安排, 贵州省林业局已逐步将林业的各业务系统迁移至“云上贵州”, 提高了业务承载能力和集约化水平, 同时充分依托省电子政务骨干网络, 实现了省、市、县三级林业部门全接入, 基本构建起了覆盖全省林业系统的信息化网络。省林业局原机房建设面积约为 80 m², 基础设施有网络设备、服务器、存储磁盘阵列等, 网络带宽为 100 Mbps, 基本能满足数据存储、业务应用和网络交

换的要求; 9 个市(州)林业局也都建设了中心机房, 构建了内部局域网和外网分离的网络系统。省林业局及直属事业单位、市(州)、县(市、区)林业部门已实现人均 1 台电脑, 并基本做到每 6 年定期进行更新, 1 462 个乡镇林业站也已全部配备了电脑。林业专业监测设施设备的逐渐完善, 为全省林业信息化建设奠定了基础。

1.2 数据资源

多年来贵州省已建成森林资源、湿地资源、石漠化资源、生物多样性等林业基础数据库, 以及森林防火、林业有害生物、营造林等各类林业专题数据

* 收稿日期: 2023-01-06

课题名称: 《信息化背景下贵州林业宣传工作创新的策略研究与探索》(黔林科合 J 字〔2015〕04 号)。

作者简介: 赵庆萍(1979—), 女, 经济师, 研究方向为林业信息化系统建设和平台管理、政府资产登记数据共享和开放、林业省级信息化建设项目申报。E-mail: 33808526@qq.com。

库^[1]。省级层面的数据库主要集中存储于省局各相关处(站、中心)和局直属单位,市(州)级除贵阳市外都没有实现数据集中存储和管理,各县级单位的数据基本分散于各业务部门管理。

按照《贵州省政府数据“聚通用”攻坚会战实施方案》(黔数据领〔2016〕1号)关于“省直部门绿色数据全部上架开放”的要求,目前省林业局在贵州省数据共享交换平台开放数据量共288项,累计被访问量16 678次,服务批次5 843次。

1.3 业务应用系统

贵州省林业局现有业务系统11个,分别是贵州省木材运输管理系统(运输发证、木材检查、木材运输信息的查询、统计和分析)、贵州省“十三五”林木采伐管理系统(采伐限额下达、专项限额追加、采伐限额变更、采伐证审核管理、采伐证发放、综合查询、统计分析等)、贵州省林业管理与辅助决策信息平台(林业基础数据信息总览、走势分析、数据钻取以及决策信息聚合推送等)、贵州省营造林填报系统(营造林任务下达、进度填报、数据入库)、贵州省省级森林防火系统(森林防火监控管理、应急指挥、日常办公及运行管理等)、贵州省省级森林火险预警系统(森林防火火险等级预测、气象数据等)、省林业局视频会议系统(接入国家林业和草原局的视频会议)、省林业局门户网站系统(栏目信息及时发布、内容及时更新、意见建议及时回应)、科技推广成果库管理系统(项目进度、成果入库)、贵州智慧林业有害生物监测防治服务云平台(林业有害生物危害数据采集、分析、发布)和林业资源综合监测评价与决策管理系统(资源调查、数据统计和分析)。

1.4 人才队伍建设

除省林业局设有林业信息和宣传中心外,各市(州)以及县级林业主管部门均未成立专门的信息化组织机构,信息化业务分散于不同的业务部门,缺乏统一的管理。从事林业信息研究、数据集成、系统推广应用的专业性人才严重不足。

2 林业信息化建设成效

一直以来,在贵州省委、省政府的坚强领导下,在国家林业和草原局的鼎力支持和精心指导下,贵州林业信息化建设取得了一定的成绩,林业信息化的影响力日益提升,尤其在森林资源调查监测能力方面提

升明显^[2]。根据国家林业和草原局印发的《全国林草信息化发展评测报告(2016—2020)》,贵州省在2020年省级林草信息化发展水平阶段评测中,全国排序由应用发展阶段升至总体领先阶段。

2.1 基础设施日趋完善

一是依托省电子政务骨干网络,实现了省、市、县三级林业部门全接入,基本构建起了覆盖全省林业系统的信息化网络;二是依托“云上贵州”电子政务云,实现了全省林业系统公文和事务处理流程化;三是融入“云上贵州”数据共享平台,一定程度上推动数据融合;四是通过推广林业3S应用技术,在森林资源调查和资源监测工作中采用无纸化办公,在全省各级林业部门陆续配置了移动作业终端等必要的信息化设施设备。

2.2 监测管理能力增强

积极探索新一代信息技术与林业资源调查、林业资源管理等核心业务的深度融合和创新发展。一是在森林资源管理“一张图”调查监测和林业产业普查等工作中,积极探索无人机的应用,在一些重要区域实现了林业资源天空地一体化调查,同时在森林资源保护方面,也实现了由卫星监测到地面执法的协同监管;二是各类业务系统的建设,有效增强了监管能力,如全省森林防火系统建设了通信指挥系统、指挥中心、森林防火视频监控前端等,为生态网络感知系统的建设奠定了一定基础。

2.3 数字化管理初见成效

一是提供贵州省菌材产业产销对接供需信息平台小程序,为贵州省菌材需求企业、菌材供给企业和各省、市、县林业部门提供菌材产业产销对接相关信息;二是将贵州省森林康养基地的生态环境指标监测平台接入贵州省林业局门户网,为大众进行康养活动提供便捷查询,推动贵州省森林康养产业健康发展;三是建设了贵州省林木种苗综合管理平台,初步实现了对全省种苗相关数据和信息的规范整合与有效管理,推动种苗资源逐步共享;四是将贵州省特色林产品信息发布平台和线下的贵州省特色林产品体验中心相结合,让远在深山无人识的特色林产品更好地走向大众市场,助推“黔货”出山。

2.4 服务决策能力明显提升

随着林业调查监测工作的开展,贵州省林业局基本形成了数据采集更新、数据处理、数据管理、数据发布和共享应用的完整业务体系,一定程度上推进了

全省林业数据的汇聚、融通、应用，为贵州省各项林业规划的编制和林业发展决策提供科学依据。

3 存在问题

3.1 林业信息化资金投入不足

林业信息化建设的技术和设备更新换代较快，资金需求大，而长期以来，林业信息化投入渠道不畅，基本建设没有专项资金支持，运行维护的资金也存在很大缺口。

3.2 数据共享和业务协同程度低

由于贵州省尚未建立统一规划和标准体系，大多数部门各自为政、自成体系。各部门所建的信息系统虽然满足了自身管理上的需求，但由于信息的采集、管理、传输、更新的标准不统一，导致行业内部存在“数据烟囱”和“信息孤岛”的现象。数据资源整合难度大、业务协同程度低以及“聚通用”难以实现等一系列问题给林业信息化建设造成了巨大阻碍。数据资源汇聚、梳理入库、挖掘利用还处在起步阶段。

3.3 各地发展水平不平衡

受到重视程度、技术、资金和人才等因素的制约，贵州省各级林业部门信息化建设和发展差距较大，经济发达地区（如贵阳市）的信息化发展走在全国前列，经济欠发达地区的信息化基础设施落后，发展缓慢。

3.4 信息化服务滞后

现有的林业信息系统大多局限于业务信息化，主要服务于林业行业内部，面向公众提供便捷服务的系统较少，林业通过信息化服务公众、便民惠民的能力有待提升。

3.5 信息化建设人才队伍亟待加强

除省林业局设有林业信息和宣传中心外，各市（州）以及县级林业部门均未成立专门的信息化组织机构，信息化业务分散于不同的业务部门，缺乏统一的管理。从事林业信息研究、数据集成、系统推广应用的专业性人才严重不足。

4 林业信息化发展建议

4.1 增强林业立体感知能力

推进以卫星遥感、卫星通信、卫星导航、无人机等为核心的林业“天网”系统建设，加快推进以无线射频电子标签、红外感应器、视频监控、各类生态环境传感器等地面设施为核心的林业“地网”系统

建设，通过“天、空、地”等信息的有效获取、协同、传输和汇聚，形成准实时、高清晰、全覆盖的立体感知体系，实现对林业资源的动态监测和自动预警、全面监测和相互感知^[3]。

4.2 促进林业数据整合共享

对多源异构林业数据进行标准化处理和融合处理，形成数据资源池，进而对数据资源进行服务化封装，并结合林业信息资源目录，为林业业务应用提供数据资源的查询、比对、共享交换、决策分析等服务^[4]。

4.3 推进业务应用一体互联

建设及升级林业资源监管、生态保护和修复、国有林场和种苗、林业产业发展、林业生态文化、林业科技与政务服务等领域信息系统。

4.4 强化项目带动

没有经费保障，信息化建设就无从谈起。因此，各级林业主管部门要保持耐心和战略定力，积极争取各级政府、相关部门、企业在财力物力上的支持和帮助，做好信息化专项经费预算和申报工作。申请成功一个，落实落地一个，一步一个脚印，不断推动全省林业信息化发展，助推林业高质量发展^[5]。

省林业局优先争取资金，依托贵州打造的“一云一网一平台”启动“贵州省林草大数据监管平台”建设，加强部门间的数据资源交换共享，打通行业内部“信息孤岛”等问题，真正实现全省林业信息化“一盘棋”，为全省林业建设制定更加准确、更加科学、更加高效的决策提供参考服务。

4.5 加强林业数字化支撑保障

1) 成立省级林业信息化建设领导小组，统筹协调全省林业信息化发展重大事项。贵州省林业信息和宣传中心会同各处室分年度提出需要建设的信息化项目，成功立项后，由各业务处室会同信息和宣传中心推进项目建设，共同形成推动林业信息化项目落实落地的强大合力。

2) 健全各级林业信息化机构。各级林业主管部门应成立信息化领导小组，增设信息化建设办公室，明确专人负责林业信息化建设的组织、协调、监督和指导工作，细化各级职责，畅通上下联动机制，为全省林业信息化提供强有力的组织保障。

3) 在当前林业信息化建设没有专项资金投入的前提下，林业部门应采取有力措施，争取中央资金保障重点工程保质并按时完成，保障全省各级地方财政对林业信息化基础建设和运维的投入。同时采取

PPP、BOT 和购买服务等方式，积极筹措项目资金，落实林业信息化建设经费。在稳定经费来源的基础上，加大资金整合力度，由相关部门统一规划、统一运用，控制投向软件开发、数据建设和技术研究等方面的资金比例，并加强对经费使用效益的评估。

参考文献:

[1] 卢鹏, 肖玲, 甘桂春, 等. 贵州省林业资源综合监测评价与决策管理信息系统的设计与实现 [J]. 林业资源管理, 2017

(2): 118 - 125.
[2] 顾仲阳. 提升新时代林业现代化建设水平: 访国家林业和草原局局长张建龙 [J]. 中南林业科技大学学报, 2018, 38 (5): 2, 129.
[3] 史川石. 物联网在智慧林业中的应用 [J]. 物联网技术, 2013 (12): 76 - 77.
[4] 刘广平, 刘波, 滕轶堃. “智慧林业”时代的信息资源开发与利用探讨 [J]. 林业资源管理, 2013 (6): 33 - 36.
[5] 陈小雨, 管志杰. 中国林业高质量发展水平的测度及区域差异分析 [J]. 中国林业经济, 2022 (1): 5.

(上接第 18 页)

亭廊修建结合民族特色、提取设计元素进行修建等。各产业联动发力开展休闲、康养、健身、研学、娱乐于一体的生态旅游活动场所。

3.3 持续发展战略

持续发展战略主要是加强资源保护，走可持续发展道路。其实现路径在于寻求资源保护和综合利用的平衡点。

在保护方面，雨林、温泉、动植物生境等要素作为森林公园的宝贵资源，是森林旅游产品开发的依托，更是支撑森林公园可持续发展的生态安全屏障。应对公园生态环境及重要景观资源进行严格保护，重点保护野生动植物生境，维持森林公园雨林、温泉和山体景观的完整性。以资源保护为契机，积极申请国内外相关生态环境基金支持，从林业、水务、生态等多渠道申请补贴。

在利用方面，在生态承载力的范围内，适度开展森林旅游项目和游览设施建设。一方面，项目应在选址、体量控制、实施管理等方面进行严格控制，确保设施体量合宜、施工方法应低碳环保，总体上应做到适度开发、集约开发，保护森林公园内的重要资源。另一方面，在生态容量范围内，以生态文化、苗黎文化、健康理念为依托，积极开发生态观光游憩、森林康养体验、民俗文化游览等产品，积极探索生态、环保型热带森林旅游产业，树立生态保护和永续利用的典范。

3.4 特色发展战略

特色发展战略的核心是通过打造个性化的森林旅

游产品，串联多个主题游览路线，实现七仙岭森林旅游的特色发展，应对同质化竞争压力。充分利用森林公园内的优势资源，策划七仙岭森林康养体验游、雨林温泉休闲游及生态文化、民俗文化研学游等主题旅游产品，吸引不同类型的旅游群体。同时，引进和培养专业人才，对特色品牌形象进行运营和维护，从景区宣传、旅游产品包装等方面，提升七仙岭特色旅游品牌形象。

4 结语

充分分析自身优劣势和环境变化，扬长避短、制定应对策略，有利于提高森林公园的资源保护和利用效率、优化其发展路径。海南保亭七仙岭温泉国家森林公园以前的发展方向是温泉和登山，二者联系不够紧密，且登山活动对参与者有门槛、游览项目吸引力不足，导致森林公园的知名度和游客量呈现逐年降低的趋势。通过对森林公园进行 SWOT 分析，将发展方向调整为温泉和雨林联动、登山和雨林文化结合的方式，集约利用资源、布局互动体验项目，充分发挥森林公园的资源优势，顺应当代旅游发展趋势。

参考文献:

[1] 林鸿民. 海南七仙岭森林温泉公园温泉开发浅见 [C] // 海南省地热矿泉水协会. 海南省地热矿泉水协会第一届海南地热矿泉水开发利用研讨会论文集, 2003: 16 - 18.
[2] 海南省保亭黎族苗族自治县地方志编纂委员会. 保亭县志 [M]. 海口: 南海出版公司, 1997.
[3] 中共中央办公厅, 国务院办公厅. 国家生态文明试验区 (海南) 实施方案印发 [J]. 环境经济, 2019 (9): 5.

全民所有森林资源资产实物量变更清查 技术方法与实践

冯新富¹, 鲁好君¹, 余松柏¹, 杜谦泰², 许培容²

(1. 广东省林业调查规划院, 广州 510520; 2. 广东省岭南院勘察设计有限公司, 广州 510095)

摘要: 在全面分析全民所有森林资源资产实物量变更清查技术方法的基础上, 运用信息化技术整合多套基础数据, 做到工作流程化、自动化、简单化, 并通过对某县变更清查成果的具体实践分析, 得出变更清查数据整合程度高、可靠性强、操作简单等特点, 最后提出了变更清查过程中值得商讨的问题, 为全民所有森林资源资产实物量变更清查在全国铺开提供可借鉴的经验。

关键词: 森林资源资产; 实物量; 变更清查; 范围; 属性; 流向

中图分类号: S757.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-6075 (2023) 02-0039-05

DOI: 10.16166/j.cnki.cn43-1095.2023.02.009

Technical Method and Practice of Change Inventory in Physical Quantity of Forest Resource Assets Owned by Whole People

FENG Xinfu¹, LU Haojun¹, YU Songbai¹, DU Qiantai², XU Peirong²

(1. Guangdong Forestry Survey and Planning Institute, Guangzhou 510520, Guangdong, China;

2. Guangdong Lingnanyuan Exploration and Design Co.Ltd, Guangzhou 510095, Guangdong, China)

Abstract: Based on the comprehensive analysis on technical method of change inventory in physical quantity of forest resource assets owned by the whole people, multiple sets of basic data have been integrated by information technology, thus the work is made to become flow, automation and simplification. Through detailed practice analysis on change results of inventory about a county, its characteristics of high integration degree and reliability, as well as briefness on operation are achieved. The questions needed to be paid attention to during the inventory are also put forward, with the aim to provide reference for the nationwide inventory.

Key words: forest resource assets; physical quantity; inventory of changes; range; attribute; flow direction

全民所有自然资源资产是指具有稀缺性、有用性(包括经济效益、社会效益、生态效益)及产权明确的国家所有自然资源。全民所有自然资源资产变更清查试点工作是为进一步摸清全民所有自然资源资产年度变化情况, 建立健全全民所有自然资源资产变更清查制度, 探索建立变更清查工作机制与技术路径, 支撑全民所有自然资源资产动态监测监管的重要基础性工作^[1]。全民所有森林资源资产变更清查(以下简称

“变更清查”)是全民所有自然资源资产变更清查的重要组成部分, 包括实物量变更清查和价格体系更新建设。广东省全民所有森林资源资产实物量变更清查工作是首次以国土变更调查数据为基础, 结合林草湿数据与国土三调数据对接融合后的成果(以下简称“林草湿融合成果数据”)、2021年度森林资源管理“一张图”(以下简称“森林资源管理‘一张图’”)数据开展的实物量变更清查工作, 为全国范围内铺开变

* 收稿日期: 2022-09-26

作者简介: 冯新富(1977—), 男, 高级工程师, 主要从事森林资源调查、规划、监测和评估等工作。

更清查工作奠定基础。

1 实物量变更清查技术方法

全民所有森林资源资产实物量变更清查工作主要包括林地变更清查和林木变更清查两个部分,涉及国土变更调查数据、林草湿融合成果数据、森林资源管理“一张图”数据、全民所有森林资源资产清查成果等数据。实物量变更清查的技术思路是运用信息化技术手段,以国土变更调查数据为基础,利用林草湿融合成果数据和森林资源管理“一张图”数据对其进行图斑细化,通过子图斑的图形空间和属性字段对比判别进行属性赋值,并对变化图斑采用相应判读技术和现场调查相结合的方式赋值。

1.1 变更清查范围提取

依据《全民所有自然资源资产清查技术指南(试行稿)》(以下简称《技术指南》),以国土变更调查数据中的国有林地图斑为基础,叠加林草湿融合成果数据所形成的子图斑,作为国有林地变更清查工作的范围;以国土变更调查数据中的林地、园地图斑为基础,分别叠加林草湿融合成果数据和森林资源管理“一张图”数据中林木所有权属为国有的林木所形成的子图斑,作为国有林木变更清查工作的范围。

1.2 数据套合处理

数据套合处理主要是通过叠加、提取分析等技术手段,构建变更清查空间数据集,形成变更清查基础数据库。以国土变更调查数据中的林地要素层为基础,叠加林草湿融合成果数据的要素层,提取国土变更调查数据中土地权属性质为国有或林草湿融合成果数据中林木所有权属为国有的图斑;以国土变更调查数据中的种植园地要素层为基础,叠加森林资源管理“一张图”成果数据中的国有林木要素层,提取林木所有权属为国有的图斑。通过合并上述两部分图斑,构建全民所有森林资源资产变更清查空间数据集(以下简称“变更清查空间数据集”)[2]。

在构建变更清查空间数据集时,通过对各基础数据要素层进行叠加,把国土变更调查数据中林地、园地图斑进一步细化为子图斑。林地、园地图斑范围内的界线分别利用林草湿融合成果数据、森林资源管理“一张图”数据的图斑边界进行细化处理,在细化时,图斑界线以国土变更调查的图斑界线为准,国土变更调查图斑不能合并的,图斑界线不允许改动[3]。

1.3 属性信息内业赋值

1.3.1 林地范围国有林地、林木子图斑属性赋值

林地范围子图斑属性信息可通过变更清查空间数据集两级叠加对比分析赋值,最大程度利用现有数据资源,减少人工判读和外业调查工作量。通过变更清查空间数据集内原林草湿融合成果数据中字段为“细划地类”的图斑与国土变更调查数据原字段为“地类编码”的图斑进行对比,形成三种类型的图斑,分别标记为地类一致图斑、地类不一致图斑和空洞图斑。

1) 地类一致图斑。国土变更调查数据中的地类和林草湿融合成果数据“细划地类”一致的子图斑,变更清查地类沿用“细划地类”属性信息,清查因子沿用林草湿融合成果数据的所有地类因子、管理因子、林木因子和生态因子[4]。

2) 地类不一致图斑。国土变更调查数据中的地类和林草湿融合成果数据“细划地类”不一致的子图斑,对其进行异常标记。变更清查地类以国土变更调查数据中的地类为准,并填写至二级地类,清查地类因子和管理因子沿用林草湿融合成果数据里的地类因子和管理因子;清查林木因子和生态因子通过变更清查子图斑与前期清查成果子图斑叠加再细化,然后进行第二次对比赋值。子图斑叠加再细化后可分为重合子图斑和不重合子图斑两种类型。重合子图斑中,若前期清查成果地类与变更清查再细化后子图斑国土变更调查数据中的地类一致,则沿用前期清查成果数据的林木因子和生态因子;若不一致,则优先采用正射影像判读,利用前期已建立的影像判读标志库,以人工方式判读影像特征一致的临近图斑进行赋值[5];如仍存在疑问的则标记为“存疑图斑”,通过外业补充调查完善图斑清查因子。不重合子图斑中,赋值与地类不一致图斑采用相同赋值方法。

3) 空洞图斑。空洞图斑为国土变更调查数据成果图斑与林草湿融合成果数据图斑无空间对应关系的子图斑,将此类图斑进行异常标记。子图斑中变更清查地类以国土变更调查数据中的地类为准并填写至二级地类,清查因子通过变更清查子图斑与森林资源管理“一张图”图斑叠加再细化后对比赋值。叠加再细化后的图斑同样分为重合子图斑和不重合子图斑。重合子图斑中,若森林资源管理“一张图”中的地类或前期清查成果地类与变更清查再细化后子图斑国土变更调查数据中的地类一致,则沿用森林资源管理

“一张图”或前期清查成果数据的地类因子、管理因子、林木因子和生态因子;若不一致,则采用与上述地类不一致图斑相同赋值方法。不重合子图斑赋值与地类不一致图斑采用相同赋值方法。

1.3.2 园地范围内的国有林木子图斑的属性赋值

园地范围内的国有林木子图斑是变更清查空间数据集内国土变更调查数据中地类为果园、茶园、橡胶园、其他园地且林木所有权属为国有的子图斑^[6]。清查因子沿用森林资源管理“一张图”成果数据的地类因子、管理因子、林木因子和生态因子。

1.3.3 国有林木子图斑年度更新

变更清查使用森林资源专题数据均为基准试点上一年度成果数据,在国有林木子图斑的属性信息内业赋值完成后,须对其林木因子等进行年度更新。首先,选取的林木因子属性信息来源于林草湿融合成果数据、前期清查成果数据和森林资源管理“一张图”数据的子图斑,通过计算机对子图斑内的林木年龄、龄组、生产期、公顷蓄积等因子进行林木生长更新^[7],再利用平差后的全部国有林木子图斑面积更新林木蓄积量、生物量、株数等因子。

1.4 外业补充调查

运用信息化技术手段整合原有基础数据进行属性赋值是最简便、可靠的方式,但外业补充调查是完善存疑图斑和空洞图斑变更清查属性信息的直接途径。外业补充调查的工作范围是对变更清查空间数据集属性信息内业赋值中“地类不一致图斑”和“空洞图斑”标记为“存疑图斑”的子图斑,通过标记信息对“存疑图斑”进行提取,单独形成外业补充调查图层;不存在疑问的图斑在内业赋值后,依照面积大小抽取部分图斑进行外业调查验证。

外业补充调查的主要依据是《森林资源规划设计调查技术规程》和《广东省森林资源规划设计调查操作细则》。调查的内容主要包括国土变更调查地类、现状地类、优势树种(组)、起源、郁闭(盖)度、平均年龄、平均树高、平均胸径、成活(保存)率、公顷株数和角规绕测断面等^[8]。

1.5 变化流向处理分析

1.5.1 前后期数据提取

分别在前后期森林资源资产清查成果数据中,提取国土变更调查数据中地类为林地且权属性质为国有的图斑作为国有林地要素层,提取森林资源管理“一张图”成果数据中林木所有权属为国有的图斑作

为国有林木要素层。

1.5.2 数据套合处理

1) 构建国有林地清查变化空间数据集。分别将前后两期国有林地要素层相互擦除,提取国有林地清查范围的新增图斑和减少图斑;将前后两期国有林地要素层相交,提取前后期国土变更调查数据中地类不一致的国有林地清查图斑。对上述三类图斑进行合并,再与后期国土变更调查数据的图斑信息变化数据叠加,构建国有林地清查变化空间数据集。

2) 构建国有林木清查变化空间数据集。分别将前后两期国有林木要素层相互擦除,提取国有林木清查范围的新增图斑和减少图斑,再分别与后期国土变更调查数据图斑信息的变化数据叠加分析;将前后两期国有林木要素层相交,提取后期国土变更调查数据地类与前期国土变更调查数据地类不一致的国有林木清查图斑。对上述三类图斑进行合并,构建国有林木清查变化空间数据集。

1.5.3 变化流向分析

通过对国有林地、国有林木变化空间数据集处理分析,运用信息技术手段,利用前后两期变化的地类、权属等属性信息,分析本期国有林地、林木资源变化的具体流向情况,包括因林地、园地与其他地类之间以及林地内部间二级地类、权属的变化而导致林地、林木实物量的变化情况^[9],形成资源变化具体流向的相关统计表格。

2 实物量变更清查实践

实践以广东省某县森林资源实物量变更清查为例,该县国土变更调查数据中的国有林地图斑1 896个,运用上述变更清查技术方法处理后,形成总图斑5 629个,其中地类一致图斑5 147个、地类不一致图斑466个、空洞图斑16个。辅助人工建标判读赋值后剩下存疑图斑85个,再利用外业补充调查方式赋值,形成最终的实物量变更清查成果数据,并进行变化流向处理分析和前后期成果数据对比分析。

2.1 变更清查成果

1) 清查范围。经汇总统计,该县全民所有森林资源资产实物量变更清查范围面积11 590.44 hm²,其中林地和林木权属均为国有的图斑面积4 147.64 hm²、仅林地权属为国有的图斑面积6 963.96 hm²、仅林木权属为国有的图斑面积478.84 hm²;划入生态保护红

线的面积7 800.15 hm²，划入自然保护地核心区的面积201.90 hm²。

2) 各类型面积。经汇总统计，该县全民所有森林资源资产实物量变更清查国有林地总面积11 111.60 hm²，按“国土三调”地类划分，乔木林地10 624.58 hm²、竹林地149.69 hm²、灌木林地185.70 hm²、其他林地151.63 hm²；国有林木总面积4 626.48 hm²，林木总蓄积463 797 m³。

3) 各林种面积。经汇总统计，该县全民所有森林资源资产实物量变更清查国有林地面积按林种划分，特种用途林地1 490.59 hm²、防护林地5 842.40 hm²、用材林地3 517.56 hm²、薪炭林地93.47 hm²、经济林地167.58 hm²；国有林木面积按林种划分，特种用途林1 854.05 hm²、防护林2 100.72 hm²、用材林664.50 hm²、经济林7.21 hm²。

2.2 数据对比分析

1) 成果数据权属对比分析。该县全民所有森林资源资产实物量变更清查成果中，国有林地变更清查范围按森林资源管理“一张图”数据中的林地权属

统计，国有林地面积4 244.43 hm²、集体林地面积6 864.24 hm²、非林地面积2.94 hm²，与国土变更调查数据中的国有林地面积11 111.60 hm²重合率为38.20%；全县国有林木变更清查面积4 626.48 hm²与森林资源管理“一张图”数据中的国有林木面积17 493.96 hm²相比，国有林木面积重合率为26.45%。由上述国有林地、国有林木的对比数据可知，国土变更调查数据与森林资源管理“一张图”数据中的林地权属差异较大，且国有林地范围出现错位现象。

2) 前后期成果数据对比分析。经对比，该县全民所有森林资源资产实物量变更清查总范围较前期减少24.94 hm²，国有林地面积减少30.50 hm²，国有林木面积增加86.88 hm²，国有林木总蓄积增加13 824 m³，划入生态红线面积增加3.89 hm²，划入自然保护地核心区面积减少135.00 hm²，详见表1。按“国土三调”地类划分，该县国有林地资源中，乔木林地面积减少19.76 hm²、竹林地面积减少3.24 hm²、灌木林地面积减少1.51 hm²、其他林地面积减少5.99 hm²，详见表2。

表1 全民所有森林资源清查范围前后期变化

清查时间 及变化量	清查范围/ hm ²	国有林地面积/ hm ²	国有林木		划入生态红线 面积/hm ²	划入自然保护地 核心区面积/hm ²
			面积/hm ²	蓄积/m ³		
后期	11 590.44	11 111.60	4 626.48	463 797	7 800.15	201.90
前期	11 615.38	11 142.10	4 539.60	449 973	7 796.26	336.90
变化量	-24.94	-30.50	86.88	13 824	3.89	-135.00

表2 全民所有林地资源前后期地类面积变化量

单位:hm²

清查时间 及变化量	小计	乔木林地	灌木林地	竹林地	其他林地
后期	11 111.60	10 624.58	185.70	149.69	151.63
前期	11 142.10	10 644.34	187.21	152.93	157.62
变化量	-30.50	-19.76	-1.51	-3.24	-5.99

2.3 前后期变化流向分析

经对比（表3），该县全民所有森林资源资产实物量变更清查成果中的国有林地面积减少30.50 hm²，主要是由国有林地流出至园地、草地、建设用地、水域及海域、特殊及其他用地和集体林地，而流入只有由耕地流入林地面积0.12 hm²。由此可见，除工程项目使用林地外，林地地类会在耕地、园地和草地间相互转换，这会给林业管理部门带来管理上的困难，也暴露出以现状调查为主的国土变更调查数据与森林资源管理之间的矛盾。

2.4 结论

本实践基于国土变更调查数据、林草湿融合成果数据和森林资源管理“一张图”数据，运用信息化技术完成变更清查范围提取、数据套合处理、属性信息内业赋值、外业补充调查、变化流向处理分析等流程，最终形成的实物量变更清查成果数据，并对前后期成果数据进行对比分析，实现了变更清查工作流程化、自动化、简单化，最大程度减少外业调查工作量，具有数据整合程度高、可靠性强、操作简单等特点。

表 3 全民所有林地资源流向各地类面积变化

单位:hm²

流向及变化量	合计	耕地	园地	草地	建设用地	水域及海域	特殊及其他用地	集体林地
流入量	4.43	0.60	0.05	0.28	0.00	0.07	3.43	0.00
流出量	34.93	0.48	0.58	2.34	19.45	4.98	6.22	0.88
变化量	-30.50	0.12	-0.53	-2.06	-19.45	-4.91	-2.79	-0.88

3 讨论

变更清查是以《技术指南》为主要依据开展的工作,明确以国土变更调查数据为基础,而由于目前各资源的基础数据存在资源边界、地类、权属等相互矛盾的情况,如何才能更加接近真实地产出变更清查成果值得大家研讨。

1)《技术指南》规定,全民所有森林资源资产清查的林木资产清查范围包括国土三调二级地类园地中的种植园地里的国有林木,行业技术人员对此持有不同的看法。部分观点认为,园地与林地是国土三调分类标准中二级并列地类,其管理部门不同,管理方式有差异,不应纳入全民所有森林资源资产清查范围。

2)全民所有森林资源资产清查的林地权属以国土变更调查数据为基础,国有林地范围与森林资源管理“一张图”数据有较大差异。国土变更调查数据中的国有林地权属一般以调查访问形式获取,而森林资源管理“一张图”数据中的国有林地权属以林权证或经营历史为依据。林地权属对清查范围和实物量影响很大,如何才能更加接近真实地厘清全民所有森林资源资产清查范围值得思考。

3)全民所有自然资源资产清查成果须满足全民所有自然资源有偿使用制度、资产报告制度、资产负债表编制制度建设的需要,这是在宏观层面的应用。目前清查成果存在诸多问题,具体能应用到什么样的程度?能否作为考核评价管理者的依据?这些也是需要结合清查实物量的真实性、客观性和准确性进行思考的问题。

4 结语

全民所有森林资源资产变更清查涉及的基础数据多,且每套数据关注的重点内容差异较大,运用信息化技术开展实物量变更清查,数据整合程度高,可达到优化资源和减轻工作量的效果,提高了成果质量的

可靠性、真实性和准确性。

1)广东省全民所有森林资源资产变更清查工作是以国土变更调查数据为底板,通过整合林草湿融合成果数据、森林资源管理“一张图”数据和前期全民所有森林资源资产清查成果数据,运用信息化技术方法开展全民所有森林资源资产实物量变更清查,实现变更清查工作流程化、自动化、简单化,让变更清查成果质量的可靠性、真实性、准确性更有保障。

2)利用建立影像判读标志库的方法,采用人工判读方式,先对不一致图斑和空洞图斑进行属性信息赋值,然后进行外业补充调查验证,可减轻外业调查工作量,同时不断修正和补充完善影像判读标志库,为后期变更清查提供支持。

3)全民所有森林资源资产变更清查工作完成变更清查范围提取、数据套合处理、属性信息内业赋值、外业补充调查、变化流向处理分析等流程后,形成实物量变更清查成果,并通过前后期成果对比分析以及各地类变化流向分析,让变更清查的工作成果、变化情况、变化过程清晰明了,为全民所有森林资源资产价值量估算和分析提供数据支撑。

4)通过对实践成果数据权属的深入分析,加快厘清全省统一、真实可靠的国有森林资源边界范围,并且与国土变更调查数据对接,是完善全民所有森林资源资产变更清查的重要任务,为全民所有森林资源资产变更清查成果的进一步应用提供保障。

参考文献:

[1] 自然资源部. 全民所有自然资源资产清查技术指南: 试用稿 [S], 2022.

[2] 广东省林业调查规划院. 广东省全民所有森林、草地、湿地资源资产变更清查试点实施细则 [S], 2022.

[3] 自然资源部. 第三次全国国土调查技术规程: TD/T 1055—2019 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2019.

[4] 广东省林业局. 广东省林草湿数据与第三次全国国土调查数据对接融合操作细则 [S], 2021.

(下转第 55 页)

标准地形状与调查精度的关系分析

陶德树¹, 向东²

(1. 怀化市林业调查设计院, 湖南 怀化 418000; 2. 怀化市林业局, 湖南 怀化 418000)

摘要: 森林资源调查方法中应用最多的是标准地调查法。在对标准地调查法进行深度考察的基础上, 针对其重要节点, 特别是不同形状的标准地与调查精度之间的关联性进行研究与分析, 从综合效率最高的角度对不同形状的标准地调查进行评判, 提出实践中宜采用 500 m² 圆形标准地的理由。

关键词: 标准地调查法; 形状; 圆形; 株数误差; 精度

中图分类号: S757.2 **文献标识码:** B **文章编号:** 1003-6075 (2023) 02-0044-03

DOI: 10.16166/j.cnki.cn43-1095.2023.02.010

Analysis on Relationship Between Plot Shape and Survey Accuracy

TAO Deshu¹, XIANG Dong²

(1. Huaihua Forestry Survey and Design Institute, Huaihua 418000, Hunan, China;

2. Huaihua Forestry Bureau, Huaihua 418000, Hunan, China)

Abstract: The plot investigation method has widely been used in forest resources inventory. In this paper, the "plot investigation method" is studied in depth, and its important nodes, especially the correlation between the plot shape and the survey accuracy are analyzed. From the perspective of the highest comprehensive efficiency, different shapes of the plots are evaluated, and the reasons for the use of 500 square meters of circular plot in practice are also put forward.

Key words: plot investigation method; shape; circle; plant number error; precision

林业调查的方法比较多^[1], 也持续不断地有研究者提出新的技巧和方法^[2-3]。总结起来, 用于森林资源调查最多的方法是标准地调查法, 虽然在实践中应用较多, 但大多数人都只是“用”, 少有人研究其原理及调查方法与调查结果之间的精度关系。本文从实际工作出发, 对标准地调查法的重要节点、不同形状标准地与调查精度的关联性进行研究, 按综合效率最高的原则对标准地调查进行评判。

1 标准地调查法概述

1.1 标准地调查法的应用优势

根据多种林业调查技术规程的要求, 森林资源

二类调查、林木采伐区调查可以采用全面调查和标准地调查的方法进行^[4-5]。在实际工作中, 因林业调查范围的面积通常比较大, 进行全面调查工作量太大, 用时太长, 出具调查结论的时候可能调查因子已发生变化, 从而导致结果已经改变, 因此很少采用全面调查法, 而多采用标准地调查。考虑调查的成本和精度要求, 以典型抽样调查为基础, 利用调查人员选取的标准地调查结果推算总体值, 使调查结果既能满足生产要求, 也能降低生产成本。特别是涉及成熟林木的三类调查 (比如林木采伐设计和盗伐滥伐的伐区调查等), 标准地调查法的综合效率更高。

* 收稿日期: 2022-11-28

作者简介: 陶德树 (1968—), 男, 湖南靖州人, 高级工程师, 主要从事林业调查规划设计和生物多样性研究工作。

通信作者: 向东 (1966—), 男, 湖南沅陵人, 高级工程师, 主要从事国有林场管理及植物分类工作。E-mail: 272522102@qq.com。

1.2 选取标准地的要求

1) 代表性。选择具有代表性的标准地开展调查是基本要求。正式调查前,全面了解调查对象,理清需要调查的内容,初步估算各项因子平均值,再据此选取标准地。

通常,标准地要均匀分散在调查范围内不同区域;不允许集中在调查对象的某一小块区域,且标准地之间不能相连和重叠;不许跨越线状非林地;离林缘要有一定的距离(可参考角规测树林缘样点调查的方法,以标准地完整地落在调查小班内为原则)。如果调查对象差异较大,先单独区划小班,以小班为单位进行调查。

2) 形状的选择。曾经有林业工作者对标准地的形状及其对调查结果精度的影响进行过深入研究。1991年,董希斌等^[6]从形状出发对矩形、方形、任意四边形和多边形等不同形状的标准地在森林资源调查中的精度进行研究,并得出调查精度“方形(96.4%)>矩形(95.1%)>任意四边形(77.5%)”的结论,任意多边形样地没有计算精度,但认为生产实践中可应用。这是因为当年采伐林木后求算伐区蓄积量(即现在应用较多的“林木采伐鉴定”)的工作应用很少(当年盗伐滥伐林木的现象少),加上外业调查人力资源丰富,因此研究没有涉及综合效率更高的圆形标准地。

现在,多采用长方形标准地或是样带开展林业二类、三类调查和营林验收^[7]。但在林分和采伐林木伐区调查时,圆形标准地比方形标准地优势更大。这主要是因为:一是圆形标准地受外界因素干扰小,产生系统误差的可能性小;二是在山区调查时,布设方形标准地需要拉出4条水平直线,坡度大时斜线改平困难,方形标准地容易变形,面积发生改变;三是方形标准地需要4~5人才方便工作,而圆形标准地操作相对容易,两个调查员即可轻松完成调查。因此,圆形标准地比方形(含矩形)标准地调查方便,操作简便,调查精度高。

3) 数量要求。标准地数量增加,调查精度会提高。因为增加标准地数量,调查产生的误差可以正负相互抵消降低误差,从而提高调查精度。另外,标准地数量多,代表性较差的标准地对总体值的影响权重会下降。但标准地数量和工作难度成正比,与工作效率成反比。在保证调查精度的前提下,以“既满足调查单位的精度要求,又尽量减少野外工作量”为

原则,可根据林分情况设置标准地数量,一般10 000 hm²设标准样地1块,林相整齐的人工造林可适当减少。

4) 大小的确定。标准地的面积不是越大越好,因为采用标准地调查的根本出发点是综合效益和效率的最大化,面积大导致调查成本大幅增加。目前,调查未成林造林地的成活率、幼林株数,经常采用面积为100 m²的样方或样带^[7]进行调查。但是,在二类、三类调查中,面积为100 m²的标准地就过于偏小,因为林分与未成林地、幼林情况不同,成熟林常常经过了多次抚育采伐,林木的分布不规则,林中可能有空地,设置标准地面积如果过小,那么代表性就较差,而且小面积的标准地产生的误差会更大。在种植密度为2 500株/hm²的林分中,100 m²标准地内林木25株,多测或少测1株,产生的株数误差就是4%;而500 m²标准地有林木125株,多测或少测1株,产生的株数误差是0.8%。两种大小的标准地相差1株的误差率相差5倍。小面积标准地也更易受到人为因素的影响,因为小标准地内的调查内容一目了然,很容易人为地选择调查对象多或少的位置作为标准地。

因此,标准地面积不能过大,也不宜太小。实践证明,在林业二类、三类调查实际工作中,宜采用面积为500 m²的标准地。因为,在500 m²调查范围内的林木数量代表性足够,产生的误差也较小,计算也简便。

2 标准地形状与调查精度的关系分析

人工造林都是按照一定的株行距种植的,成林以后多是成行的。在林地内设置直线型标准地(方形或矩形),标准地边线就有可能和林木的行重复或平行,靠近标准地边线的一行树木可以在标准地内,也可以在外,而在内与在外对调查结果的影响是截然不同的。按照造林密度为2 500株/hm²、株行距2 m×2 m,分别计算面积500 m²不同形状标准地的林木株数调查精度。

1) 正方形标准地。面积500 m²,边长为22.36 m,在标准地边线与造林株行距平行的情况下,标准地内林木最少可以是121株(11行×11行),最多可以是144株(12行×12行),株数误差区间为-9.09%~8.33%,调查精度为90.91%~91.67%。

2) 长方形标准地。面积500 m²,边长为20 m×

25 m, 在标准地边线与造林株行距平行的情况下, 标准地 20 m 边线可以是 10 行林木, 也可以是 11 行林木; 25 m 边线是 12 行林木或是 13 行林木。即标准地林木最少可以是 120 株 (10 行 $\times$ 12 行), 最多可以是 143 株 (11 行 $\times$ 13 行), 由此产生的株数误差区间为 $-9.02\% \sim 8.27\%$, 调查精度为 $91.98\% \sim 91.73\%$ 。

3) 圆形标准地。面积 500 m^2 , 半径为 12.62 m, 标准地内最少可以是 122 株树木, 最多可以有 128 株林木, 由此产生的株数误差区间为 $-2.40\% \sim 2.40\%$, 调查精度为 97.60% 。

3 标准地调查内容

3.1 地径、胸径和树高

标准地范围划定后, 对林分标准地内胸径大于等于 5.0 cm 的乔木活立木进行每株检尺^[4], 按树种分径阶记录株数, 并量测径阶平均高。如果是已经采伐的迹地, 则量测标准地内每株采伐木的地径、胸径和树高用样木资料推算。

活立木检尺按照《湖南省森林资源规划设计调查技术规定》的要求进行。采伐木的地径检尺要注意: 一是采伐木的采伐高度不同, 量测采伐木地径前要统一高度, 一般量取上坡 10 cm 处的直径; 二是从方便工作和计算结果准确的角度出发, 地径量测不用围径测量法, 而是参照圆木检尺方法量测通过年轮圆心的最小直径。这是因为林木地径生长通常不规则, 会膨大成无规则的多边形或圆形, 随着高度的增加, 形状才逐渐趋向于正圆形, 因此采伐木的地径量测不宜用围径换算直径。

3.2 选取样木

已经采伐的林分, 标准地调查时只能获得采伐木的地径值, 还需要在调查区周边选择与伐区相似的林分, 选择 50 株以上不同胸径的相同树种的活立木作样木^[8], 同时量取每一株样木的地径、胸径和树高, 内业用 Excel 软件分别拟合出地径-胸径、地径-树高关系式^[9-10], 由地径值求出标准地内每株采

伐木的胸径和树高值, 再利用公式计算或查二元材积表进行相关的计算。

4 结语

1) 用标准地法调查森林资源数量时, 方形、矩形和圆形标准地精度均在技术规定要求的范围之内, 但圆形标准地优势最大, 精度最高, 操作更简便。

2) 标准地面积以 500 m^2 、半径以 12.62 m 为宜。

3) 采伐木地径按照通过伐断年轮圆心的最小直径方向量测地径较合理。

4) 地径与胸径关系式一般是高度相关的线性回归关系式, 地径和树高关系式通常是指数曲线关系式。伐区调查时, 根据样木地径、胸径和树高值, 拟合出“地径-胸径”“地径-树高”关系式, 根据调查所得的地径值, 利用拟合出的关系式分别计算出相对应的胸径树高值。

参考文献:

- [1] 李凤日. 测树学: 4 版 [M]. 北京: 中国林业出版社, 2019.
- [2] 谢茂田, 李金平. 林木采伐司法鉴定的技术方法浅析 [J]. 中南林业调查规划, 2003, 22 (3): 12-13.
- [3] 栗万军. 盗伐、滥伐林木案件伐区鉴定方法在实践中的对比应用研究 [J]. 北京农业, 2011 (9): 151-153.
- [4] 湖南省林业厅. 湖南省森林资源规划设计调查技术规定 [S]. 长沙: 湖南省林业厅, 2013.
- [5] 湖南省林业厅. 湖南省林木采伐伐区调查设计技术规定 [S]. 长沙: 湖南省林业厅, 2011.
- [6] 董希斌, 王光夫. 方形样地与多边形样地的森林资源调查的精度分析 [J]. 森林采运科学, 1991 (2): 22-25.
- [7] 张凤兰, 李久平, 房长有, 等. 规则人工林的随机行调查法 [J]. 辽宁林业科技, 2005 (3): 45-46.
- [8] 易利龙. 南方集体林区伐区蓄积量样木调查法的运用 [J]. 中南林业调查规划, 2013, 32 (3): 57-59.
- [9] 吴华, 佟凤义. Office 2007 办公软件应用标准教程 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2010.
- [10] 邓玉明, 朱连华. Excel 软件在林木采伐作业设计标准地中的应用 [J]. 湖南林业科技, 2015, 42 (5): 110-120.

不同种源的杉木生长比较分析

汤志平¹,尹海波²,侯 慧²,刘小刚²,周修权¹,易 烜³

(1. 郴州市林业局, 湖南 郴州 423000; 2. 桂阳县林业局, 湖南 郴州 423000;
3. 湖南省青羊湖国有林场, 长沙 410000)

摘 要:为研究桂阳县是否适合引种杉木第三代良种,以杉木第三代良种为研究对象,以会同杉木种为对照,利用独立样本 T 检验,研究不同种源杉木的平均地径(胸径)、平均树高是否存在显著性差异,并分析杉木第三代良种与会同杉木种的径阶株数分布和生物量的差异。结果表明:①相同母质的红壤样地中,杉木第三代良种与会同杉木种的胸径、树高存在极显著差异,杉木第三代良种的平均地径(胸径)、平均树高、生物量、蓄积量均优于会同杉木种;②不同母质的红壤样地中,相同种源杉木的胸径、树高存在极显著差异,且杉木第三代良种与会同杉木种在母质为页岩的红壤中的平均树高、平均地径(胸径)等生长情况更好。研究表明,相较于会同杉木种,杉木第三代良在桂阳县的生长状况更好,且更适合在母质为页岩的红壤中生长。该研究结果可为桂阳县后续科学引种杉木第三代良提供理论依据。

关键词:杉木第三代良种;引种;土壤;T 检验;桂阳县

中图分类号: S722 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-6075 (2023) 02-0047-05

DOI: 10.16166/j.cnki.cn43-1095.2023.02.011

Comparison Analysis of Growth on Chinese Fir from Different Provenances

TANG Zhiping¹, YIN Haibo², HOU Hui², LIU Xiaogang², ZHOU Xiuquan¹, YI Xuan³

(1. Chenzhou City Forestry Bureau, Chenzhou 423000, Hunan, China; 2. Forestry Bureau of Guiyang County, Chenzhou 423000, Hunan, China; 3. Qingyanghu State-owned Forest Farm of Hunan Province, Changsha 410627, Hunan, China)

Abstract: In order to study whether it is suitable to introduce the third generation provenances of Chinese fir in Guiyang County, the third generation provenances of Chinese fir in Guiyang County were taken as the research object, and the Chinese fir provenances in Huitong County was taken as the control. The independent sample T-test was used to study whether there were significant differences in ground diameter (DBH) in average and tree height in average for Chinese fir from different provenances and to analyze the number distribution of diameter class and biomass for the third generation provenances of Chinese fir and Huitong Chinese fir provenances. The results showed that: ① In the red soil sample plot with the same parent material, there were extremely significant differences in DBH and tree height between the third generation provenances of Chinese fir and Huitong Chinese fir provenances. The average ground diameter (DBH), average tree height, biomass and volume of the third generation provenances of Chinese fir were all better than those of Huitong Chinese fir provenances. ② In the red soil plots with different parent materials, the DBH and tree height of Chinese fir from the same provenance were significantly different, and the average tree height and average ground diameter (DBH) of the third

* 收稿日期: 2023-01-04
作者简介: 汤志平 (1975—), 男, 湖南桂阳人, 工程师, 主要从事森林资源调查和资源管理工作。E-mail: 475864120qq.com。

generation provenances of Chinese fir and Huitong Chinese fir provenances on the red soil with parent material of shale were all better than those of the red soil with parent material of limestone. Studies have shown that compared with Huitong Chinese fir provenances, the growth of the third generation provenances of Chinese fir in Guiyang County is better, and it is suitable for the red soil whose parent material is shale. The results of this study can provide a theoretical basis for the subsequent scientific introduction of the third generation provenances of Chinese fir in Guiyang County.

Key words: the third generation provenances of Chinese fir; introduction; soil; T-test; Guiyang County

杉木 (*Cunnlghamla lanceolata*) 是我国南方重要的造林树种, 也是我国特有的重要经济型用材树种^[1], 具有经济效益强、分布区域广等优点, 广泛应用于建筑、桥梁、造船、家具等方面, 在速生丰产林、木材战略储备生产基地建设中具有非常重要的作用^[2-3]。

福建省作为我国重要的用材林产区, 在杉木的栽培种植与研究方面积累了丰富的经验, 特别是对其遗传改良研究一直处于全国较领先的水平^[4-6]。近年来, 福建省在杉木优良品种选育与推广方面取得了较大进展, 选择出大批高增益的优良品种^[7-10]。其中, 杉木三代良种 (以下简称“杉木三代种”) 是福建省与南京林业大学经过 40 多年的持续遗传改良所获得, 被认定为“福建省林木良种”。与普通杉木相比, 杉木三代种在第 10 年的生长量可达到普通杉木主伐时的生长量, 大大缩短了生长周期, 有效提高了土地生产力。为加快提高桂阳林地生产力, 致富林农, 湖南省郴州市桂阳县于 2015 年开始推广杉木三代种, 将杉木三代种作为营造杉木用材林的首选良种。为探究杉木三代种是否适合桂阳县引种, 本文以杉木三代种为研究对象, 以会同杉木种为对照, 研究杉木三代种与会同杉木种在径阶株数分布、生物量、地径 (胸径)、树高上的差异, 分析不同成土母质的红壤对杉木三代种和会同杉木种的地径 (胸径)、树高的影响, 为桂阳县科学引种杉木三代种提供理论依据。

1 实验设计与方法

1.1 试验地概况

试验地位于桂阳县, 属亚热带季风气候, 雨量充

沛, 水热充足, 年均温度为 17 ℃ 左右, 年均降雨量为 1 380 mm 左右; 土壤类型主要为红壤, 其中, 以石灰岩发育的红壤约占 31.25%, 以页岩发育的红壤约占 24.25%。桂阳县森林资源丰富, 特别适宜种植本地优势经济型用材树种。

1.2 试验设计

1.2.1 苗木选取

试验所用的杉木三代种和会同杉木种均为 1 年生苗木。其中, 杉木三代种来源于湖南省常宁基地培育的优良无性系苗木, 会同杉木种来源于桂阳县本地实生苗。

1.2.2 样地设置与整地

利用典型抽样法, 2015 年在桂阳县仁义镇大湖村和燕塘镇六合村建设的示范林内设置 4 块人工造林固定样地, 分别编号为 1 号、2 号、3 号、4 号样地, 样地规模均为 25.82 m×25.82 m。1 号和 2 号样地的土壤母质均为页岩, 1 号样地种植杉木三代种, 2 号样地种植会同杉木种; 3 号和 4 号样地的土壤母质为石灰岩, 3 号样地种植杉木三代种, 4 号样地种植会同杉木种。

种植前, 对 4 块样地的植被进行全面清除, 随后进行全垦整地打穴, 穴的大小为 50 cm×50 cm×40 cm, 株间距为 2 m×2 m, 每穴施底肥。种植后, 对 4 块样地采取相同的抚育管理措施。

1.2.3 苗木测定

对 4 块样地的苗木分别在 2016 年 (树龄 2 年) 和 2022 年 (树龄 8 年) 进行每木检尺, 记录树种、地径 (胸径) 和树高。各因子基本情况详见表 1。

表 1 杉木因子基本调查情况

样地号	树种	母岩	平均树高/ m		平均地径(胸径)/ cm		蓄积量/ (m ³ /hm ²)	
			2016 年	2022 年	2016 年	2022 年	2016 年	2022 年
1	杉木三代种	页岩	1.73	8.5	4.17	11.6	0	11.95
2	会同杉木种	页岩	0.86	7.4	1.65	11.4	0	10.25
3	杉木三代种	石灰岩	1.53	7.5	3.67	10.3	0	7.57
4	会同杉木种	石灰岩	0.62	7.0	1.06	10.0	0	6.94

1.3 数据分析

利用 Excel 2011 进行数据处理和图表绘制。利用 SPSS 中的独立样本 T 检验对数据的差异性进行分析, 当 T 检验的显著性 <0.05 时, 表明存在显著性差异; 当 T 检验的显著性 <0.01 时, 表明存在极显著差异; 当 T 检验的显著性 >0.05 时, 表明差异不显著。

本研究利用 IPCC 所提供的方法进行生物量估算, 计算公式如下^[11]:

$$M=V\times BCF\times(1+R)$$

(1)

式中: M 为总生物量, 单位为 t/hm^2 ; V 为立木蓄积量, 单位为 m^3/hm^2 ; BCF 为生物量换算系数, 单位为 t/m^3 ; R 为根茎比。

2 结果与分析

2.1 杉木三代种与会同杉木种的径阶株数分布

基于 8 年生的杉木三代种和会同杉木种的调查数据, 将径阶按 2 cm 为单位进行划分, 研究杉木三代种与会同杉木种在各径阶上株数的分布情况, 构建径阶株数分布图 (图 1)。

由图 1 可得, 杉木三代种与会同杉木种的径阶株数分布曲线呈现为单峰山状曲线, 且峰点对应的径阶

为林分平均直径, 这与前人的研究结果一致^[12]。当径阶大于等于林分平均直径时, 杉木三代种的分布株数均比会同杉木种多, 表明在同一生长时间内, 杉木三代种的生长情况优于会同杉木种。

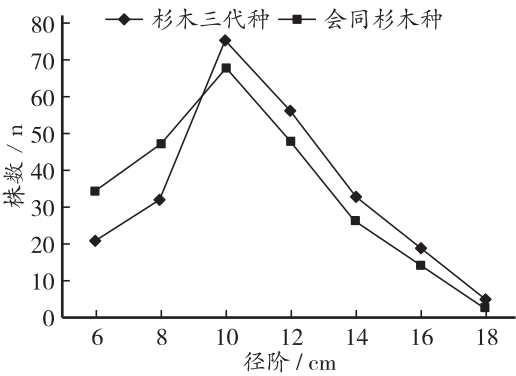


图 1 杉木三代种与会同杉木种径阶株数分布

2.2 相同土壤母质条件下, 杉木三代种与会同杉木种在胸径、树高上的差异分析

基于 8 年生杉木三代种和会同杉木种的调查数据, 研究其在相同土壤母质条件下胸径、树高上是否存在显著性差异, 利用 SPSS 中的独立样本 T 检验进行分析, 结果详见表 2。

表 2 胸径、树高的显著性差异分析

变量	方差类型	方差等同性 Levene 检验		平均值等同性 T 检验				
		F 值	显著性	t 值	自由度	显著性	平均值差值	标准误差差值
树高/m	假定等方差	0.965 5	0.326 2	8.512 4	526.000 0	<0.001	0.889 0	0.104 4
	不假定等方差			8.366 9	463.064 9	<0.001	0.889 0	0.106 3
胸径/cm	假定等方差	0.192 8	0.660 8	3.815 4	526.000 0	<0.001	0.202 8	0.248 7
	不假定等方差			0.816 4	512.777 4	<0.001	0.202 8	0.248 3

由表 2 可得, 树高、胸径的 Levene 检验显著性均大于 0.05, 表明树高、胸径均为等方差, 此时树高、胸径的 T 检验显著性均小于 0.001, 表明杉木三代种与会同杉木种在胸径、树高上存在极显著差异。

为进一步研究相同土壤母质条件下, 杉木三代种与会同杉木种在地径 (胸径)、树高上的差异, 构建了 2 年生与 8 年生的杉木三代种和会同杉木种的平均树高、平均地径 (胸径) 柱状图 (图 2)。由图 2 可得, 杉木三代种的平均树高、平均地径 (胸径) 均高于会同杉木种, 在土壤母质为页岩的 1 号、2 号样地中, 2 年生与 8 年生的杉木三代种的平均树高分别高出约 101.2% 和 152.7%, 平均地径 (胸径) 分别高出约 14.9% 和 1.8%; 在土壤母质为石灰岩的 3

号、4 号样地中, 2 年生与 8 年生的杉木三代种的平均树高分别高出约 146.8% 和 246.2%, 平均地径 (胸径) 分别高出约 7.1% 和 3.0%。在土壤母质分别为页岩和石灰岩的样地中, 8 年生的杉木三代种的蓄积量相较于会同杉木种分别高出约 16.6% 和 9.1%。

2.3 不同土壤母质条件下, 杉木三代种和会同杉木种的胸径、树高的差异分析

研究区的土壤主要为页岩和石灰岩发育的红壤, 为研究两种土壤母质中的杉木三代种和会同杉木种的胸径、树高之间是否存在显著性差异, 基于 8 年生杉木三代种和会同杉木种的调查数据, 利用 SPSS 中的独立样本 T 检验进行分析, 结果详见表 3。

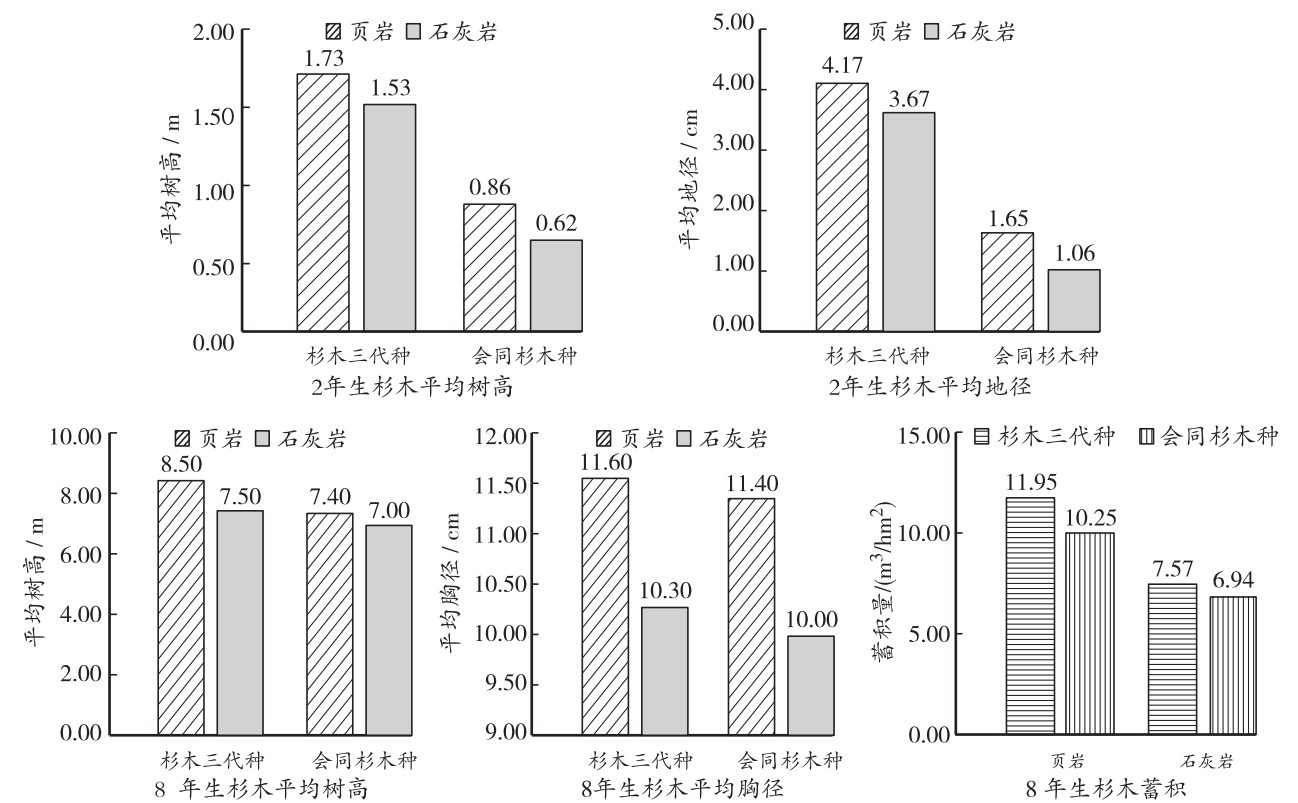


图2 杉木三代种和会同杉木种的平均树高、平均地径（胸径）、蓄积量等生长量对比

表3 不同土壤母质条件下的胸径、树高的差异分析

树种	变量	方差类型	方差等同性的 Levene 检验		平均值等同性的 t 检验				
			F 值	显著性	t 值	自由度	显著性	平均值差值	标准误差值
杉木三代种	胸径/cm	假定等方差	1.116 2	0.291 8	3.390 8	239.000 0	<0.001	1.211 8	0.357 4
		不假定等方差			3.362 8	222.845 6	<0.001	1.211 8	0.360 4
	树高/m	假定等方差	29.841 4	<0.001 0	6.559 5	239.000 0	<0.001	1.032 5	0.157 4
		不假定等方差			6.330 7	181.039 8	<0.001	1.032 5	0.163 1
会同杉木种	胸径/cm	假定等方差	0.127 5	0.721 3	3.500 7	285	<0.001	1.165 9	0.333 0
		不假定等方差			3.503 1	277.186 9	<0.001	1.165 9	0.332 8
	树高/m	假定等方差	0.084 7	0.771 3	4.560 3	285.000 0	<0.001	0.564 5	0.123 8
		不假定等方差			4.564 3	277.399 1	<0.001	0.564 5	0.123 7

由表3可得，杉木三代种和会同杉木种的胸径、树高的T检验显著性均小于0.001，表明不同母质中的杉木三代种和会同杉木种的胸径、树高存在极显著差异。

由图2可知，2年生与8年生的杉木三代种和会同杉木种在母质为页岩的红壤样地中的平均树高、平均地径（胸径）等生长情况更好。其中，2年生与8年生的杉木三代种在母质为页岩条件下

的平均树高和平均地径（胸径）比母质为石灰岩的条件下分别高出约13.1%、13.6%和13.3%、12.6%；2年生与8年生的会同杉木种在母质为页岩条件下的平均树高、平均地径（胸径）比母质为石灰岩条件下分别高出约38.7%、55.7%和5.7%、14.0%。

2.4 杉木三代种与会同杉木种的生物量估算

基于8年生的杉木三代种和会同杉木种的调查数

据, 根据表 1 和公式 (1), 对杉木三代种和会同杉木种的生物量进行计算, 设定杉木的生物量换算系数 $BCF=0.616\text{ t/m}^3$, 根茎比 $R=0.247^{[13]}$ 。计算结果详见表 4。

表 4 不同种源的杉木生物量

树种	母岩	样地号	$V/(\text{m}^3/\text{hm}^2)$	$BCF/(\text{t/m}^3)$	R	$M/(\text{t}/\text{hm}^2)$
杉木三代种	页岩	1	11.95	0.616	0.247	9.18
	石灰岩	3	7.57	0.616	0.247	5.81
会同杉木种	页岩	2	10.25	0.616	0.247	7.87
	石灰岩	4	6.94	0.616	0.247	5.33

在土壤母质均为页岩的 1 号和 2 号样地中, 杉木三代种的生物量相较于会同杉木种高出了约 16.7%; 在土壤母质为石灰岩的 3 号和 4 号样地中, 杉木三代种的生物量相较于会同杉木种高出了约 9.0%。因此, 在相同土壤母质的样地中, 杉木三代种的生物量高于会同杉木种。

3 讨论与结论

3.1 讨论

本研究构建了杉木三代种与会同杉木种的径阶株数分布图, 所构建的径阶株数分布曲线呈现为单峰山状曲线, 且峰点对应的径阶为林分平均直径, 这与张志伟等^[12]研究结果一致。此外, 本研究利用 SPSS 中的独立样本 T 检验分析了杉木三代种与会同杉木种在地径 (胸径)、树高上差异, 李澳归等^[14]利用相同的方法分析了增温处理和对照的杉木枝、叶凋落物理化性质的变化。因此, 利用独立样本 T 检验进行差异分析是合理的。

平均地径 (胸径)、平均树高、蓄积量为林木生长因子^[15], 能直接反映林木生长状况^[16], 与林木生长呈正相关。此外, 生物量作为森林生产力的重要评价指标^[17], 与生产力呈正相关。研究结果显示, 杉木三代种的平均地径 (胸径)、平均树高、生物量、蓄积量均优于会同杉木种; 杉木三代种在母质为页岩的红壤样地中的平均树高、平均地径 (胸径) 均优于在母质为石灰岩的红壤样地。因此, 杉木三代种的栽培效果优于会同杉木种, 且在母质为页岩的红壤上栽培效果更好。

3.2 结论

本文为研究桂阳县是否适合引种杉木三代种, 以杉木三代种为研究对象, 以会同杉木种为对照, 利用独立样本 T 检验, 研究不同种源杉木的平均地径 (胸

径)、平均树高间是否存在显著性差异, 并分析杉木三代种与会同杉木种的径阶株数分布和生物量差异, 得出以下结论:

- 1) 相同母质的红壤条件下, 杉木三代种与会同杉木种在胸径、树高上存在极显著差异, 杉木三代种的径阶株数分布、平均地径 (胸径)、平均树高、生物量、蓄积量均优于会同杉木种。
- 2) 不同母质的红壤条件下, 相同种源杉木的平均地径 (胸径)、平均树高存在极显著差异, 且杉木三代种与会同杉木种更适合在母质为页岩的红壤中种植。

参考文献:

[1] 周修权. 湖南主要生态经济观赏树种栽培农事月历 [M]. 长沙: 湖南人民出版社, 2016.

[2] 陈高杰, 秦国峰, 方仁柱, 等. 杉木速生丰产林经营技术及效益分析 [J]. 浙江林业科技, 2003, 23 (3): 65-69, 78.

[3] 张志才, 郑宏, 方扬辉. 强化措施科学培育扎实推进国家木材战略储备基地建设 [J]. 福建林业, 2014 (5): 8-10.

[4] 俞新安. 中国杉木 90 年代的研究进展 [J]. 福建林学院学报, 2000, 20 (1): 86-95.

[5] 郑仁华, 施季森. 福建省杉木良种繁育现状与对策 [J]. 林业科技开发, 2004, 18 (2): 3-7.

[6] 李宝银. 福建省森林资源可持续发展战略的思考 [J]. 华东森林经理, 2001, 15 (3): 33-35.

[7] 郑仁华. 杉木种子园自由授粉子代遗传变异及优良遗传型选择 [J]. 南京林业大学学报: 自然科学版, 2006, 30 (1): 8-12.

[8] 翁玉榛. 杉木第二代种子园自由授粉子代遗传变异及优良家系选择 [J]. 南京林业大学学报: 自然科学版, 2008, 32 (1): 15-18.

[9] 施季森, 翁玉榛, 刘大林. 杉木生长与材性联合遗传改良研究 [J]. 南京林业大学学报, 1993, 17 (1): 1-8.

[10] 孙成志, 谢国恩, 李平. 杉木地理种源材性变异及建筑材优良种源评估 [J]. 林业科学, 1993, 29 (5): 429-437.

(下转第 55 页)

安化县林业生态保护发展对策探讨

刘道蛟

(安化县林业局, 湖南 益阳 413000)

摘要: 为了促进生态与经济和谐发展, 系统总结了安化县 21 世纪以来在森林资源、自然保护地、林业法治、资源保护等林业生态保护发展中取得的成绩, 同时剖析了在林业投资与收益、自然保护地管理、林业科技、基础设施建设、林业技术人才等方面存在的问题, 并针对问题提出了相应对策建议, 以为县级林业生态保护发展提供借鉴。

关键词: 生态保护; 现状; 发展对策; 安化县

中图分类号: S718.5 **文献标识码:** B **文章编号:** 1003-6075 (2023) 02-0052-04

DOI: 10.16166/j.cnki.cn43-1095.2023.02.012

Discussion on Countermeasures of Forestry Ecological Protection and Development in Anhua County

LIU Daojiao

(Anhua Forestry Bureau, Yiyang 413000, Hunan, China)

Abstract: In order to promote the harmonious development of ecology and economics, this paper summarizes systematically the achievements of Anhua County in forest ecological protection and development since the 21st century, such as forest resources, natural protected areas, forestry rule of law, and resource protection, analyzes the existing problems on forestry investment and income, natural protected areas management, forestry science and technology, infrastructure construction, and forestry technical talents, and puts forward corresponding countermeasures and suggestions with the aim to provide reference for county-level forestry ecological protection and development.

Key words: ecology protection; current situation; development countermeasures; Anhua County

林业生态保护发展关乎当地的国土安全、生态环境、居民收入与人民幸福, 对保障国家生态安全和生态文明建设意义重大。安化县作为湖南省林业大县, 在森林资源数量与质量、自然保护地建设、森林资源保护等方面均取得了长足进步, 但仍存在诸多制约因素。为此, 本文针对存在的主要问题提出合理建议, 以为县级林业生态保护发展提供借鉴。

1 区域概况

安化地处湘中偏北、雪峰山脉北端、资江中游, 县

域国土总面积 49.50 万 hm^2 , 其中山地面积 40.56 万 hm^2 , 占国土总面积的 81.94%, 地势从西向东倾斜, 地形地貌多样, 属亚热带常绿阔叶林区, 生物多样性丰富, 植物种类繁多; 属亚热带季风气候区, 土地肥沃, 适宜各种植被生长; 被列为国家“双重”总体布局的武陵山—雪峰山生物多样性保护及石漠化综合治理生态功能区, 获评国家林业和草原局第二批“中国名优特经济林之乡”“中国厚朴之乡”“中国竹子之乡”“湖南林业十强县”, 是湖南省首批确定的重点林业县、全国重点生态功能区县、洞庭湖流域及资

* 收稿日期: 2022-08-15

作者简介: 刘道蛟 (1968—), 男, 湖南安化人, 本科, 高级工程师, 主要从事森林资源调查监测与林业规划设计等工作。

江的重要生态屏障区，也是库区移民大县、革命老区县和省乡村振兴重点帮扶县，生态区位十分重要。

2 林业生态保护发展现状

2.1 森林资源现状与分类经营

截至2021年底，安化县林地面积39.82万 hm^2 ，其中有林地面积36.69万 hm^2 ，森林蓄积量2221.3万 m^3 ，森林覆盖率为75.73%；与2000年相比，林地面积增加1.56万 hm^2 ，森林面积增长43.06%，森林蓄积量增长127.29%，森林覆盖率增加8.27%，有林地单位面积蓄积量提高了19.3 m^3/hm^2 。森林面积与蓄积在县域内实现了双增长，林业生态建设成效突出，区域生态环境持续改善。

历经多次生态公益林区划界定与优化调整，安化县现有生态公益林面积18.14万 hm^2 ，占县域国土面积的36.65%，占县域林地面积的45.57%。其中，国家级重点生态公益林面积16.70万 hm^2 ，落实国家级森林生态补偿资金4500.15万元/年；省级生态公益林面积1.44万 hm^2 ，省级森林生态补偿资金388.60万元/年，受益人口占全县人口总数的50%以上。安化县现有天然商品林总面积8.23万 hm^2 ，落实管护补助资金1975.84万元/年。安化县通过实施森林分类经营，对重点区域森林资源实行更严格保护，对保障资江中游生态屏障、生物多样性安全发挥了重要作用；广大群众获得生态效益补偿，群众收入提升的同时参与森林管护，爱林护林造林积极性提高，实现森林面积与蓄积稳步提升，综合效益明显增强。

2.2 自然保护地

为保护县域重要自然生态系统与生物多样性，推进“生态立县，绿色崛起”目标，安化县先后成功申报了湖南六步溪国家级自然保护区、湖南柘溪国家森林公园、湖南雪峰湖国家湿地公园、安化红岩省级自然保护区、湖南安化雪峰湖省级地质公园和湖南安化云台山国家石漠公园等自然保护地，构建了以自然生态系统为保护对象的自然保护地体系，自然保护地面积达6.20万 hm^2 ，占县域国土面积12.74%。安化县域内重要自然生态系统、重要自然生态遗迹、重要自然景观和生物多样性等资源得到有效保护，已成为湖南省自然保护地类型最丰富、保护体系完整的区域。六步溪国家级自然保护区及柘溪国家森林公园等有效保护了华东—华中植物区系交汇和过渡地带独特的森林

生态环境和珍稀的常绿阔叶林，保护了区域森林生态系统结构完整、生物多样性丰富与原真性；建立了全国首个国家石漠公园（湖南安化云台山国家石漠公园），探索出岩溶生态系统保护与修复的途径，为全国提供了石漠公园可复制和可推广的申报、建设与管理样板。

2.3 林业防灾减灾

全县建有县级专业森林消防队，各乡镇、国有林场建有专业的森林防火民兵应急分队并设有森林消防物资储备库，森林消防体系日趋完善。目前全县森林火灾受害率控制在1‰之内，最大程度地减少了森林火灾的发生和森林火灾损失。安化县内主要的森林有害生物为马尾松毛虫和黄脊竹蝗，目前采用苏云金杆菌、白僵菌、噻虫啉等生物制剂进行防控，防控方法由传统地面喷粉、喷雾、喷烟升级为空中直升机喷洒“BT”制剂等农药与地面防治相结合，对马尾松毛虫防控取得了良好效果，保障了区域森林生态安全。目前，松材线虫病呈点状零星爆发，疫点拔除工作在有序进行，基本处于可控状况。

2.4 生态保护宣传与法治建设

为普及林业法律知识，提升全民法律与生态保护意识，营造良好的林业生态保护发展氛围，目前采取的主要措施包括：一是强化法律法规宣传，采取举办法律讲座，或是依托广播电视、会议、标语、学校森林防火教育课等形式对《中华人民共和国森林法》及其实施条例等法律法规进行广泛宣传，特别是通过播放剖析违法使用林地的犯罪典型案例达到警示作用；二是强化执法队伍建设，每年开展林业行政执法人员专题培训，推行持证上岗制度，全县现有512人取得了林业行政执法资格证、72人取得木材采伐证与运输证办证资格证、98人取得检尺员资格证；三是强化林业生态保护制度建设，规范并公布了林业行政处罚流程及林业行政许可办理程序，下发了《关于加强公益诉讼工作协作配合促进林业生态资源保护的意见》，探索与规范林业生态资源保护公益诉讼协作制度；四是强化林业执法，依托自然保护地综合执法、毁林开垦专项打击行动、森林督查等林业执法行动，依法打击各类涉林违法犯罪行为，为林业生态保护发展提供了有力的法治保障。

3 存在的问题

3.1 投入产出回报率低，林农积极性不高

目前，木材及其林副产品的价格与本世纪初

相比增长幅度较小,而营造林的人工费以及肥料、交通等成本却急剧增加,如:2000年时,杉木中径材销售价格为420元/m³^[1],到2022年时,其价格为600元/m³,增长了42.9%;2000年时,劳务费单价为50元/工日,2022年达到200元/工日,人工造林单位面积营林成本较2000年增长300%。据张春霞^[2]测算,2005年福建省马尾松营造林成本(不含抚育)为3 000~4 500元/hm²,而目前安化县造林更新(不含抚育)的平均成本就超过1.8万元/hm²。我国林业生态建设采取的是补偿机制,如人工造林补偿标准为1.45万元/hm²,投入远低于实际的生产成本,导致抚育和管护落实不到位,严重影响了采伐迹地的植被恢复。随着生态公益林限制采伐和天然林全面禁伐的实施,木材销售收入锐减,但目前森林生态效益的补偿标准为262.5元/hm²,远低于现今林地平均租金750元/hm²的价格,导致林农收益难以保障,大量林农申请退出生态公益林,尤其以自然保护区内为甚。

3.2 自然保护地矛盾突出,影响林业发展

我国自然保护区划、规划、经营管理等规章制度与技术标准日趋完善,而在自然保护地设立初期,各地认为面积大可获得较多的补偿,把一些村庄也划入自然保护地,且自然保护地落界时没有征求农户意见,导致自然保护地内农户较多,仅湖南六步溪国家级自然保护区内就涉及农户2 542户、9 281人。再加上没有考虑到保护管理制度日趋完善与严厉,目前在保护区内已难以采伐林木和高强度地经营林地,导致当地群众增收困难,保护与发展矛盾日益突出。安化县自然保护地数量多,分布范围广,森林覆盖率高,但县域内基础设施建设资金不到位,项目使用林地手续办理困难,严重影响县域社会经济发展。

3.3 营林技术科学性不强,林分质量不高

县域内人工造林普遍以杉木、马尾松为主,纯林占比大,造林密度偏高,而后期抚育与管护措施不到位,特别是森林抚育间伐措施缺失,致使马尾松与杉木等人工中幼林过密(普遍超过2 500株/hm²),这严重影响了林木正常生长,导致林分质量不高,单位面积森林蓄积量只有45 m³/hm²。

3.4 基层林业组织弱化,技术队伍老龄化突出

近年来,随着国家机构改革的持续推进,基层林业组织机构有边缘化与弱化趋势。安化县林业局人员由2000年的1 818人缩减至目前841人^[3];乡镇林

业站全部移交乡镇管理,乡镇林业技术人员由2000年的354人缩减至目前76人^[4],且林业人员还要承担乡镇政府安排的其他工作,无法全身心投入林业工作,制约着林业生态保护与发展。同时,森林公安局纳入公安系统管理,林业局没有林业执法权,在一定程度上也影响着林业案件的查处。县林业局近20年仅招收专业技术人员22名,林业系统技术人员年龄小于50岁的占比小于20%,专业技术人员出现青黄不接的现象,技术人才队伍老龄化问题严重。

3.5 林业基础设施薄弱,难以满足林业发展需求

林区路网与森林经营作业道均存在密度低、等级差的问题。目前全国林区道路网密度平均为1.8 m/hm²^[5],而安化县则是远低于全国平均水平;营林机械设备落后、作业工具简单,营林生产作业条件差、成本高、效率低,这些都严重制约了森林经营活动正常开展;森林防火隔离带、生物防火林带呈零星分布,没有形成闭合,防火隔离效果不佳。此外,安化县的林业生态监测体系建设还在起步阶段,难以达到实时精准监控的要求。

4 发展对策

4.1 多措并举增加投入,提升综合效益

加大林业生态建设投资,按实际需求测算生产经营成本,提升单位面积营林投入标准,确保林业生态建设成效;建立科学的生态效益评价和生态补偿体系,探索从利用生态资源获得利益的企业,如从水电站、城市自来水厂等与林业相关的企业中,在利润中抽取一定比例的资金建立生态补偿基金,提升森林生态效益补偿标准,确保林农从森林保护中受益;对林业生态产业建设项目投入的建设资金给予一定的贴息。同时改变传统高初植密度的造林方式,有效提高生产力、降低生产成本,如贾忠奎^[6]的研究表明,中低密度林分有利于林分生长量的提高、林地地力维护和保持长期生产力,将造林初植密度调整为900~1 500株/hm²,能有效降低生产成本。减少对森林资源的直接依赖,充分发挥森林多种功能价值,推广示范“森林+旅游”“森林+中药材”“森林+康养”等多功能森林经营模式,突出典型的经营特色,提升生态服务价值^[7],完善森林保险制度,提升林业抗风险能力。

4.2 推进自然保护地整合优化,积极破解突出矛盾

针对自然保护地整合优化过程中面临的主要矛盾

盾，在国家现有法律法规与政策原则指导下，以问题为导向，遵循尊重群众意愿，解决县域“急、盼、难”难题，为区域高质量发展提供支撑，实现“以保护促进发展、以发展护航保护”的目标。尤其是尽快推进保护地整合优化方案最终落地，为保护与管理工作提供基本依据，加快推进自然保护地的落界与规划修编等工作。

4.3 加大科技推广应用，提升林业科技含量

强化科技是第一生产力。积极推广与应用最新林业科研成果，由传统营造杉木、马尾松纯林或两树种简单的混交林，转变为向多个优良乡土树种混交的近自然林发展；由传统的1年生小苗造林转变为多年生大苗、轻基质容器苗、组织培养苗造林，提高造林成活率与效果；适当减少未成林造林地的抚育次数，推广节约型营林模式；用智能、机械劳动代替传统的人力劳动，推广林业机械和专业作业队伍在森林经营活动中的应用，提升林业生产效率。大力培养或招聘一线林业科技人才，加强林业技术推广服务体系建设。加强基层林业科技人员的继续教育，技能培训，更新知识，适应新形势。推广林业最新科技成果，加强大数据、人工智能、区块链等信息技术与林业技术融合。

4.4 改善基础设施与监测预警能力，持续发展林业

根据现代林业保护与发展需求，结合各地乡村振

兴需要，科学规划林区路网，合理提高林区路网密度，提升路面质量，完善林区道路养护管理机制，保障营林生产与林产品运输。逐步建成闭合网格的森林防火阻隔体系。建立起能够充分利用森林资源的现代林业产业体系；构建融合现代最新信息技术的森林防火、森林有害生物防治监测、预报、预警、指挥系统，保障森林资源安全。

参考文献：

[1] 安化县林业局. 关于重新核准育林基金计征基价的报告 [R]. 益阳：安化县林业局. 2001.

[2] 张春霞. 私有林经营意愿与补贴制度研究 [M]. 北京：中国林业出版社，2008：366-379.

[3] 安化县林业局. 安化县林业志：续集 [R]. 益阳，安化县林业局，2012：16-18.

[4] 安化县林业局. 安化县林业年鉴：2021 [R]. 益阳：安化县林业局，2022.

[5] 国家林业局. 国家林业局关于印发《全国森林经营规划（2016—2050年）》的通知：林规发〔2016〕88号 [A/OL]. (2016-07-06) [2022-08-15]. https://www.gov.cn/xinwen/2016-07/28/content_5095504.htm.

[6] 贾忠奎. 我国人工林长期生产力维持技术研究进展 [J]. 世界林业研究，2012，25（1）：49-54.

[7] 张德成，李智勇，王登举，等. 论多功能森林经营的两个体系 [J]. 世界林业研究，2011，24（4）：1-6.



（上接第43页）

[5] 靳茗茗，王瑞瑞，郑鑫，等. 基于高分辨率遥感影像多维度特征的树种识别方法研究 [J]. 中南林业调查规划，2017，36（3）：30-36.

[6] 国土资源部. 土地利用现状分类：GB/T 21010—2017 [S]. 北京：中国标准出版社，2017.



（上接第51页）

[11] 国家林业局. 立木生物量模型及碳计量参数——杉木：LY/T 2263—2014 [S]. 北京：中国标准出版社，2015.

[12] 张志伟，岳彩荣，邢海涛. 腾冲县秃杉人工林分直径结构分析 [J]. 安徽农学通报，2012，18（19）：138-140.

[13] 左舒翟，任引，王效科，等. 中国杉木林生物量估算参数及其影响因素 [J]. 林业科学，2014，50（11）：1-12.

[14] 李澳归，林成芳，胡明艳，等. 增温对亚热带杉木枝和叶凋落物理化性质的影响 [J]. 应用生态学报，2022，33（10）：2711-2717.

[7] 国家林业和草原局. 林地分类：LY/T 1812—2021 [S]. 北京：中国标准出版社，2021.

[8] 国家林业局. 林地变更调查技术规程：LY/T 2893—2017 [S]. 北京：中国标准出版社，2018.

[9] 国家林业局. 森林资源规划设计调查技术规程：GB/T 26424—2010 [S]. 北京：中国标准出版社，2011.

[15] 黄莉雅，黄俊才，廖南燕，等. 基于主成分分析与聚类分析的森林质量评价：以广西国有博白林场为例 [J]. 广西林业科学，2022，51（4）：543-548.

[16] 郭泽鑫，曹聪，刘萍. 基于连清数据的广东杉木人工林生物量模型构建 [J]. 中南林业科技大学学报，2022，42（8）：78-89.

[17] 罗洪斌，舒清态，庞勇，等. 运用机载LiDAR数据对橡胶林地上生物量估测的采样尺度效应分析 [J]. 林业资源管理，2020（1）：136-142.

湖南省马尾松相对树高曲线模型研建

杜志¹, 罗崇彬², 杨国锦², 王金池¹, 刘紫薇¹, 黄鑫¹, 曾伟生³

(1. 国家林业和草原局中南调查规划院, 长沙 410014; 2. 四会市林业局, 广东 肇庆 526000;
3. 国家林业和草原局林草调查规划院, 北京 100714)

摘要: 基于湖南省主要树种模型研建项目中 50 块马尾松样地的每木胸径和树高实测数据, 经数据预处理后, 构建了马尾松固定参数相对树高曲线模型和可变参数相对树高曲线模型。基于构建的树高曲线模型, 计算林木材积和样地蓄积, 并以二元材积公式计算蓄积作为真值, 将基于树高曲线模型计算的蓄积、二元材积公式计算蓄积和一元材积公式计算蓄积进行对比。结果表明: 固定参数和可变参数相对树高曲线模型的决定系数分别为 0.844 和 0.857, 体现了较好的拟合精度; 两种方法统计的总体蓄积相对误差均在 5% 以内, 满足林业行业标准的允许误差范围; 分径级组或分起源统计样地蓄积相对误差, 相对树高曲线模型均较一元材积公式表现出更高的精度, 能有效避免产生较大偏差。构建的马尾松相对树高曲线模型能应用于生产实践。

关键词: 马尾松; 相对树高曲线; 二元材积法; 湖南省

中图分类号: S757.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-6075 (2023) 02-0056-04

DOI: 10.16166/j.cnki.cn43-1095.2023.02.013

Study on relative tree height curve model of *Pinus Massoniana* in Hunan

DU Zhi¹, LUO Chongbin², YANG Guojin², WANG Jinchi¹, LIU Ziwei¹,
HUANG Xin¹, ZENG Weisheng³

(1. Central South Academy of Inventory and Planning of NFGA, Changsha 410014, Hunan, China; 2. Forestry Bureau of Sihui City, Zhaoqing 526000, Guangdong, China; 3. Academy of Inventory and Planning of Forestry and Grassland of NFGA, Beijing 100714, China)

Abstract: Based on the actual measurement data of DBH and tree height of trees in 50 *Pinus massoniana* sample plots from the project of model development for major tree species in Hunan Province, the constant-and variable-parameter relative tree height curve models of *Pinus massoniana* stands were developed after data pre-processing. Based on the tree height curve models, the volumes of each tree and sample plot were calculated, and the volume calculated by the two-variable volume equation was taken as the true value. The stock volumes calculated by the tree height curve models, the two-and one-variable volume equations were compared. The results showed that the determination coefficients of constant-and variable-parameter relative tree height curve models were 0.844 and 0.857 respectively, which showed good fitting accuracy. The relative errors of the total volume calculated by the two methods were both within 5%, which met the allowable error requirement in forestry ministerial standards. The relative errors of volume by diameter group or origin also showed that the relative tree height curve model had higher precision than one-variable volume equation and it could effectively avoid significant deviation for volume estimation. Therefore, the constructed relative tree height curve models of *Pinus massoniana* stands can be used in practice.

* 收稿日期: 2023-05-12

作者简介: 杜志 (1986—), 男, 湖南长沙人, 高级工程师, 主要从事森林资源监测与评价工作。

Key words: *Pinus massoniana*; relative tree height curve; two-variable volume method; Hunan Province

我国实行森林资源保护发展目标责任制和考核评价制度。森林蓄积量是森林资源状况的核心指标,作为林长制督查考核的约束性指标之一,受到国家和地方愈来愈多的重视。目前,我国一、二类森林资源调查中仍普遍采用一元表法估计立木材积^[1]。由于区域森林资源结构的变化,以及对样地材积估计误差过大等因素,长期使用固定不变的一元材积表是不妥当的^[2]。蒲莹等^[3]研究发现北京市13个树种组的老一元立木材积表仅有2个尚能继续使用,其他11个都需要修正或更新,材积估计方法向二元表过渡是林业发展的必然趋势。树高-胸径模型是搭建一元材积表和二元材积表之间的桥梁^[4],作为二元材积表必备因子之一的树高,受到了更多重视。自2021年开始启动并按年度常态化开展的全国林草生态综合监测工作,根据最新国家标准^[5],强调了树高测量的重要性,要求每个实测样地测定3~5株平均样木、3株优势木、3株最小径阶样木,为各省构建精度更高的二元材积表提供数据基础。

马尾松(*Pinus massoniana*)是我国主要的用材树种之一。根据《2021中国林草资源及生态状况》结果^[6],马尾松林面积和蓄积均列全国乔木林优势树种(组)的第5位。我国南方广泛种植马尾松,湖北、贵州、湖南、广西是其主产区,这4省(区)的马尾松林面积占全国马尾松林面积的49.16%。本研究基于湖南省主要树种模型研建项目中马尾松样地每木胸径和树高实测数据,构建相对树高曲线模型^[7-10],并分析其对森林蓄积量估计的影响,以期改进地方森林资源调查中的立木材积估计方法提供依据。

1 数据来源与方法

1.1 数据资料

所用数据来源于2022年湖南省主要树种模型研建项目,实测马尾松林666.67 m²连续清查样地中的每木胸径和树高,剔除异常数据后,用于建模的马尾松总样地数为50个,其中天然林样地30个、人工林样地20个;样木总株数为3300株,胸径分布范围为5.0~51.2 cm,树高分布范围为3.2~28.0 m。

1.2 数据预处理

根据每个样地的树高样本,以比选法建立最优树

高曲线模型^[7-8],从中查出每个样地各径阶树高值,以及样地平均胸径对应的平均树高。各样地以径阶值除以样地平均胸径得到相对直径,以径阶对应的树高值除以平均胸径对应的树高值得到相对树高;以各样地的相对直径和相对树高作为建模的基础数据;以每块样地实测的树高、胸径值,利用二元立木材积表计算样木材积和样地蓄积量,将该蓄积值作为真值进行对比分析。

2 相对树高曲线模型建立

2.1 模型结构设计

通过对比Curtis、Meyer、Wykoff、Chapman-Richards、Logistic、Weibull和Gompertz等7种常用的树高-胸径曲线模型,Chapman-Richards树高曲线的拟合效果最好。马尾松的相对树高曲线模型采用以Chapman-Richards函数的变形^[9-10]:

$$R_h = (1 - e^{-C_1})^{-C_2} \times (1 - e^{-C_1 R_d})^{C_3} \quad (1)$$

由于模型参数与平均直径存在明显相关,以上公式可设计为可变参数模型。

$$R_h = \left[1 - e^{-(C_1 + C_2 \bar{D})} \right]^{-(C_3 + C_4 \bar{D})} \times \left[1 - e^{-(C_1 + C_2 \bar{D}) \times R_d} \right]^{(C_3 + C_4 \bar{D})} \quad (2)$$

式中: R_h 为相对树高, R_d 为相对直径, $\bar{D}$ 为样地平均胸径; C_1 , C_2 , C_3 , C_4 四个参数可视其取值和变动系数大小而设1到2个为0;当 C_2 和 C_4 取0时,可变参数模型即退化为固定参数模型。

2.2 模型检验

根据决定系数(R^2)、估计值的标准差(SEE)、总体相对误差(TRE)、平均系统误差(ASE)、平均预估误差(MPE)和平均百分标准误差($MPSE$)6项基本评价指标^[11-12],具体统计指标表达式如式(3)~(8)所示。

$$R^2 = 1 - \sum (y_i - \hat{y}_i)^2 / \sum (y_i - \bar{y})^2 \quad (3)$$

$$SEE = \sqrt{\sum (y_i - \hat{y}_i)^2 / (n - p)} \quad (4)$$

$$TRE = \sum (y_i - \hat{y}_i) / \sum \hat{y}_i \times 100 \quad (5)$$

$$ASE = \sum (y_i - \hat{y}_i) / \sum \hat{y}_i / n \times 100 \quad (6)$$

$$MPE = t_\alpha \times (SEE / \bar{y}) / \sqrt{n} \times 100 \quad (7)$$

$$MPSE = \sum \left| (y_i - \hat{y}_i) / \hat{y}_i \right| / n \times 100 \quad (8)$$

式中： y_i 为观测值， $\hat{y}_i$ 为估计值， $\bar{y}$ 为观测值的均值， n 为样本株数， p 为参数个数， t_α 为置信水平 α 时的 t 值。

3 结果与分析

3.1 相对树高模型的建立与评价

将预处理后的相对直径和相对树高数据代入公式(1)和(2)进行拟合，并比较两个模型的决定系数、估计值标准差、总体相对误差等指标，模型拟合

结果详见表1。固定参数模型和可变参数模型的拟合参数均表现为显著($P < 0.05$)；两个模型的决定系数 R^2 值较为接近，分别为0.844和0.857；两个模型的总体相对误差 TRE 值和平均系统误差 ASE 值均处于0.5%左右，固定参数模型表现稍好；而对于平均预估误差 MPE 和平均百分标准误差 $MPSE$ ，可变参数模型的值更小，其 $MPSE$ 值为5.12%，优于固定参数的5.41%。总体而言，两模型均呈现出较好的拟合效果。

表1 相对树高模型拟合结果

公式	参数估计值				评价指标					
	C_1	C_2	C_3	C_4	R^2	SEE	$TRE/\%$	$ASE/\%$	$MPE/\%$	$MPSE/\%$
(1)	1.410 2 *	0.878 4 *			0.844	0.071 7	0.54	0.49	0.63	5.41
(2)	-0.864 4 *	0.131 7 *	-0.322 4 *	0.072 0 *	0.857	0.069 1	0.58	0.56	0.61	5.12

注：*代表模型参数拟合均表现为显著($P < 0.05$)。

3.2 材积估计效果检验

基于马尾松实测胸径和树高数据，利用适用于湖南的部颁二元材积公式，计算样木材积，汇总50个样地蓄积，得到总体蓄积，将该蓄积作为实测真值(M_0)以及对比分析的基础。利用一元材积公式计算马尾松材积，汇总统计所有样地的蓄积(M_1)。利用构建的固定参数相对树高模型(M_2)和可变参数相

对树高模型(M_3)结合每木胸径数据，推算出样木树高后，采用二元材积公式计算样木材积，将单株样木材积累加得到林分蓄积。将样木胸径按小(6~12 cm)、中(14~24 cm)、大(26~36 cm)、特大(>38 cm以上)4个径级组划分，然后进行对比分析，并区分起源计算蓄积相对误差(RE)，结果详见表2。

表2 不同蓄积计算结果分起源和径级组统计对比

起源	径级组	M_0/m^3	M_1/m^3	$RE_1/\%$	M_2/m^3	$RE_2/\%$	M_3/m^3	$RE_3/\%$
合计	小	56.23	43.39	-22.83	53.04	-5.67	53.19	-5.41
	中	221.50	206.13	-6.94	212.89	-3.89	213.25	-3.72
	大	118.35	123.16	4.06	113.18	-4.37	112.80	-4.69
	特大	24.79	33.43	34.85	24.70	-0.36	23.58	-4.88
	合计	420.87	406.11	-3.51	403.81	-4.05	402.82	-4.29
人工	小	24.02	17.05	-29.02	22.57	-6.04	22.59	-5.95
	中	107.51	91.33	-15.05	102.77	-4.41	103.04	-4.16
	大	60.64	56.69	-6.51	58.65	-3.28	58.42	-3.66
	特大	11.30	11.90	5.31	11.63	2.92	11.19	-0.97
	合计	203.47	176.97	-13.02	195.62	-3.86	195.24	-4.04
天然	小	32.21	26.34	-18.22	30.47	-5.40	30.60	-5.00
	中	113.99	114.80	0.71	110.12	-3.40	110.21	-3.32
	大	57.71	66.47	15.18	54.53	-5.51	54.38	-5.77
	特大	13.49	21.53	59.60	13.07	-3.11	12.39	-8.15
	合计	217.40	229.14	5.40	208.19	-4.24	207.58	-4.52

注： RE_1 、 RE_2 、 RE_3 分别表示一元材积公式法、固定参数相对树高法和可变参数相对树高法的相对误差；计算方式为 $(M_i - M_0)/M_0$ 。

从50个样地总体来看,一元材积公式统计的蓄积相对误差最小,为-3.51%,低于固定参数相对树高法和可变参数相对树高法统计的相对误差。分径级组来看,2种相对树高法得出的小、中、特大径级组的相对误差明显小于一元材积公式统计的相对误差,一元材积公式在小径级组的相对误差为-22.83%,而固定参数相对树高法和可变参数相对树高法分别为-5.67%和-5.41%;对于特大径级组,一元材积公式的相对误差为34.85%,固定参数相对树高法和可变参数相对树高法分别为-0.36%和-4.88%。

分起源对比不同计算方法的相对误差,人工起源和天然起源中,固定参数相对树高法和可变参数相对树高法统计的相对误差均低于一元材积公式的相对误差,尤其是人工起源林分,一元材积公式的相对误差达-13.02%,而固定参数相对树高法和可变参数相

对树高法的相对误差均不超过-5%。不同起源各径级组不同方法对比,相对树高法的优势更为明显。两种相对树高法相比,相对误差相差不大。

采用一元材积公式法、固定参数相对树高法和可变参数相对树高法,对50个样地进行蓄积估算后,计算的相对误差按等级累计分布情况,详见表3。一元材积公式法统计的相对误差绝对值均超过1%,小于5%的样地累计为13个,占样地总数的26%;小于10%的样地数累计26个,占样地总数的52%;相对误差超过50%的,有1个样地。固定参数相对树高法和可变参数相对树高法统计的相对误差小于1%的分别有6个和4个;在其他相对误差绝对值区间,两种方法的样地数一致,小于3%的样地累计均为21个,占42%;小于5%的样地累计均为35个,占70%;所有样地的相对误差绝对值都小于15%。

表3 不同方法按相对误差等级的样地数分布对比

相对误差 绝对值/%	一元材积公式法		固定参数相对树高法		可变参数相对树高法	
	样地数(累计)	样地数占比/%	样地数(累计)	样地数占比/%	样地数(累计)	样地数占比/%
<1	0	0	6	12	4	8
<3	7	14	21	42	21	42
<5	13	26	35	70	35	70
<10	26	52	44	88	44	88
<15	35	70	50	100	50	100
<20	42	84				
<30	48	96				
<40	49	98				
<50	49	98				
<60	50	100				

4 讨论与结论

4.1 讨论

对比研建的固定参数和可变参数相对树高模型可知,二者之间没有体现明显的优劣,可能是样地数量不足,分起源或分径级组后的样地数量没有达到建模样本要求。下一步可收集更多样地、其他树种的每木胸径和树高数据,深入分析两种方法的适用性。

相对树高模型是一种估算森林蓄积高效可行的方法,在无须增加野外工作量的情况下,通过每木检尺和平均树高数据,实现每木树高值的估计,从而利用二元材积公式计算样木材积和样地蓄积,可有效避免采用一元材积公式法产生的大偏差,显著提高样地蓄积统计精度,值得在生产实践中推广应用。在当前构

建国家—省—市—县森林资源一体化监测的背景下,各省应加大单木和林分水平生长率模型、胸径-树高曲线模型、相对树高曲线模型、三储量联立估测模型等数表研建,筑牢森林资源年度更新的技术基础,科学系统产出高精度的森林蓄积量年度数据。

4.2 结论

基于湖南省50个马尾松连清固定样地的每木胸径和树高数据,构建了固定参数和可变参数相对树高模型。利用构建的固定参数相对树高模型、可变参数相对树高模型、一元材积公式分别计算单个样地蓄积及所有样地总蓄积,并以根据实测胸径和树高,利用二元材积公式计算的蓄积作为蓄积真值,计算3种方法下的蓄积相对误差,得出以下结论:

(下转第64页)

我国岩溶地区石漠化土地现状及主要分布特征

周学武¹, 吴协保¹, 宁小斌¹, 黄俊威¹, 彭玺¹, 张亚威¹, 刘伟¹, 刘道蛟²

(1. 国家林业和草原局中南调查规划院, 长沙 410014; 2. 安化县林业局, 湖南 益阳 413000)

摘要: 为提升石漠化调查成果数据共享应用水平, 通过深度挖掘第四次石漠化调查数据, 分析了截至2021年底我国石漠化土地现状及分布特征, 得出以下结论: ①我国石漠化土地主要分布在南方热带亚热带、湿润半湿润岩溶地区, 涉及10个省(市)的508个县(市、区), 该区域是长江和珠江的重要水源涵养区、珠江发源地和我国南方重要的生态安全屏障; ②石漠化程度以中度、轻度为主; ③石漠化区林草植被中灌草覆盖占比高, 林草植被质量不高, 巩固治理成果压力大; ④石漠化分布区的人地矛盾突出, 巩固脱贫成果压力大; ⑤潜在石漠化土地面积大, 潜在风险高。以上分析结果可为石漠化防治政策制定与科学推进石漠化综合工程提供数据支撑。

关键词: 石漠化; 现状; 分布; 结果; 特征; 岩溶地区

中图分类号: S788 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-6075 (2023) 02-0060-05

DOI: 10.16166/j.cnki.cn43-1095.2023.02.014

Status quo and Main Distribution Characteristics of Rocky Desertification Land in Karst Area of China

ZHOU Xuewu¹, WU Xiebao¹, NING Xiaobin¹, HUANG Junwei¹, PENG Xi¹,
ZHANG Yawei¹, LIU Wei¹, LIU Daojiao²

(1. Central South Academy of Inventory and Planning of NFGA, Changsha 410014, Hunan, China;

2. Anhua Forestry Bureau, Yiyang 413000, Hunan, China)

Abstract: In order to improve the data sharing and application level of rocky desertification survey results, through in-depth excavation on the fourth rocky desertification survey data, the status quo and distribution characteristics of rocky desertification land in China by the end of 2021 were analyzed, and the following conclusions were drawn: ①The rocky desertification land is mainly distributed in the tropical and subtropical, humid and semi-humid karst areas in the south of China, involving 508 counties (county-level cities and districts) in 10 provinces (municipalities), which is an important water source conservation area of the Yangtze River and the Pearl River, the cradle of the Pearl River and an important ecological security barrier in the south of China; ②The degrees of rocky desertification are mainly moderate or mild; ③The proportion of shrub and grass coverage in the forest and grass vegetation in rocky desertification area is high, the quality of forest and grass vegetation is poor, and the consolidation pressure of control achievements is great; ④The contradiction between people and land in rocky desertification area is prominent, and the consolidation of poverty alleviation achievements is under great pressure; ⑤The potential rocky desertification land area is large, the potential danger is high.

* 收稿日期: 2023-04-10

基金项目: 2022年国家重点研发计划(2022YFF1300701); 国家林业和草原局重点研发项目(GLM【2021】106号)。

作者简介: 周学武(1965—), 男, 湖北公安人, 教授级高级工程师, 主要从事森林资源监测和林业规划设计等工作。

通信作者: 吴协保(1972—), 男, 湖南安化人, 硕士, 教授级高级工程师, 主要从事石漠化监测、防治规划及林业规划咨询研究。E-mail: 543439391@qq.com。

Through the above analysis, it can provide data support for the formulation of rocky desertification control policy and scientific promotion of rocky desertification comprehensive projects.

Key words: rocky desertification; status quo; distribution; result; characteristics; Karst area

石漠化是我国岩溶地区首要的生态问题,已成为区域自然灾害之源、贫困落后之根、生态安全之患,直接影响长江、珠江两大流域的长治久安,严重制约着区域经济社会的可持续发展^[1-3]。为准确掌握岩溶地区的石漠化动态变化情况,科学推进石漠化综合治理工作,在前三次石漠化调查的基础上,国家林业和草原局于2021年组织开展第四次石漠化调查,2022年12月底正式向社会发布调查结果。本文重点介绍第四次石漠化现状调查结果,分析石漠化土地的主要分布特征,以期提高石漠化调查成果的共享与应用水平,为科学推进石漠化综合治理与生态文明、美丽中国建设提供数据支撑。

1 调查区域概况

调查区域涉及以云贵高原为中心的江西、河南、湖北、湖南、广东、广西、重庆、四川、贵州和云南10省(自治区、直辖市,简称“省”,下同)508个县(市、区,简称“县”,下同),县域国土面积11 920.0万hm²,岩溶土地面积约4 839.8万hm²,地理坐标为20°13′—33°22′N, 97°21′—118°29′E,是全球岩溶土地集中分布的东亚片区核心区域。该区域雨热同期,降水量大,多暴雨;岩溶地貌典型,具有独特的双层水文地质结构、可溶岩成土速率慢、土层浅薄、岩石渗透性强、地表缺水少土且异质性高、环境容量小、土地承载力低、抗干扰能力弱、植被不连续、植被立地条件困难、易破坏难恢复等典型生态脆弱性特征;属长江和珠江的重要水源涵养区、珠江发源地和我国南方重要的生态安全屏障,生态区位十分重要,又是我国典型的“老、少、边、穷”山区,人口密度超过200人/km²,人多地少,坡耕地占比高,人地矛盾突出,对土地依存度高,经济发展滞后,巩固脱贫成果压力大,导致土地石漠化的自然与社会基础因素无法消除。

2 石漠化土地现状

截至2021年底,调查区域有岩溶石漠化土地面积722.3万hm²,占岩溶土地总面积的14.9%,占岩溶地区调查县国土总面积的6.1%,涉及江西、河南、湖北、湖南、广东、广西、重庆、四川、贵州和云南10

个省的508个县6 173个乡镇。其中本次调查新增县域岩溶土地面积319.2万hm²,涉及江西、河南、广西、贵州和云南5省41个县,占岩溶土地总面积的6.6%;新增县域石漠化土地面积48.4万hm²,占石漠化土地总面积的6.7%。

2.1 分省统计

石漠化土地面积以云南最大,为212.9万hm²,占石漠化土地总面积的29.5%;其他省份依次为贵州155.1万hm²,占21.5%;广西105.0万hm²,占14.5%;湖南89.3万hm²,占12.4%;湖北57.2万hm²,占7.9%;重庆47.9万hm²,占6.6%;四川44.9万hm²,占6.2%;河南6.7万hm²,占0.9%;广东3.3万hm²,占0.5%;江西0.006 6万hm²,占0.000 9%。

2.2 石漠化程度状况

在石漠化土地中,以中度石漠化土地面积最大,为303.9万hm²,占石漠化土地面积的42.1%;其他依次为轻度石漠化土地面积294.4万hm²,重度石漠化土地面积116.3万hm²和极重度石漠化土地面积7.7万hm²。石漠化程度面积占比详见图1。

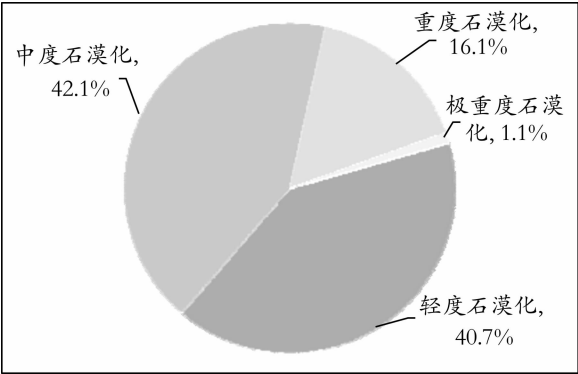


图1 石漠化程度面积占比

2.3 分地类统计

按地类统计石漠化土地面积,发生在林地上的石漠化土地居多,面积为438.7万hm²,占石漠化土地面积的60.7%;其他依次为发生在耕地上187.3万hm²,发生在草地上61.9万hm²,发生在园地上23.0万hm²,发生在其他土地上11.4万hm²。

2.4 分植被覆盖类型统计

石漠化土地中,植被覆盖类型以乔木覆盖居多,

为238.3万hm²，占石漠化土地面积的33.0%；其他依次为灌木覆盖213.7万hm²，作物覆盖187.1万hm²，草本覆盖72.3万hm²，无植被覆盖5.5万hm²，竹林覆盖3.5万hm²和幼树覆盖1.9万hm²，详见图2。

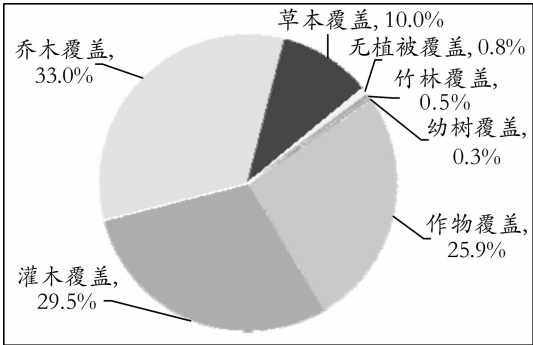


图2 石漠化土地分植被覆盖类型的面积占比

2.5 分流域统计

长江流域石漠化土地面积最多，达424.2万hm²，占石漠化土地总面积的58.7%，主要分布于洞庭湖、金沙江石鼓以下和乌江二级流域中，三者面积达298.5万hm²，占长江流域石漠化土地面积的70.4%。其次为珠江流域，面积225.4万hm²，占石漠化土地总面积的31.2%，主要分布在南北盘江和红柳江二级流域中，两者面积达174.5万hm²，占珠江流域石漠化土地面积的77.4%。此外，西南诸河流域石漠化土地面积72.7万hm²，占石漠化土地总面积的10.1%，其中以红河流域石漠化土地面积最大，为40.3万hm²，占西南诸河流域石漠化土地面积的55.4%；澜沧江流域20.7万hm²，占28.4%；怒江流域11.7万hm²，占16.2%。

2.6 分“双重”工程区统计

根据《全国重要生态系统保护和修复重大工程总体规划（2021—2035年）》，“双重”工程规划涉及1397个县，其中345个为石漠化县，石漠化土地面积644.7万hm²，占石漠化土地总面积的89.3%。其中长江重点生态区石漠化土地面积最大，面积505.9万hm²，占“双重”工程县石漠化土地面积的78.5%；南方丘陵山地带次之，面积137.0万hm²，占21.2%；黄河重点生态区最少，面积1.8万hm²，占0.3%。

石漠化综合治理工程规划涉及208个县，石漠化土地面积411.3万hm²，占石漠化土地总面积的56.9%，占“双重”工程县石漠化土地面积的63.8%。其中

长江上中游石漠化综合治理工程涉及139个县，石漠化土地面积289.2万hm²，占石漠化综合治理工程县石漠化土地面积的70.3%；湘桂岩溶石漠化综合治理工程涉及69个县，石漠化土地面积122.1万hm²，占29.7%。

3 石漠化土地主要分布特征

3.1 石漠化土地分布面广，且相对集中

我国石漠化土地主要分布在我国南方热带亚热带、湿润半湿润岩溶地区，涉及10省508个县，分布面积大、范围广；而我国石漠化土地又主要集中分布于云贵高原为中心的广西、贵州和云南等3省250个县，面积为473.0万hm²，占石漠化土地总面积的65.5%。石漠化土地面积超过2万hm²的县有124个，占石漠化县的24.4%，其中广西、贵州和云南3省涉及87个县；124个县域内的石漠化土地面积506.3万hm²，占石漠化土地总面积的70.1%。

3.2 石漠化土地以中度、轻度为主体

中度与轻度石漠化土地面积达598.3万hm²，占石漠化土地面积的82.8%，且各省轻度、中度石漠化土地占比均超过80%，其中江西、重庆、广东、四川和湖北等省域内的轻度、中度石漠化土地占比均超过90%；重度石漠化土地占比为16.1%，其中以广西面积最大，为56.7万hm²，占广西石漠化土地面积的54.0%，占全国重度石漠化土地面积的48.8%；极重度石漠化土地面积很少，占石漠化土地面积的1.1%，其中云南极重度石漠化土地面积占比最高，占云南石漠化土地面积的2.9%。综上表明我国石漠化土地经过近20年大规模林草植被生态保护与修复、石漠化综合治理等，石漠化区域的生态状况好转，石漠化程度逐步减轻。

3.3 石漠化区林草植被中灌草覆盖占比高，巩固治理成果压力大

石漠化土地除耕地外，灌木、草本以及无植被覆盖面积达291.5万hm²，占林草植被覆盖面积的54.5%，灌草仍为石漠化土地的主要覆盖植被，具有较大的提升空间；而石漠化土地上的森林中，退化防护林和低质低效林面积占比超过30%；石漠化土地上平均林草植被综合盖度为44.4%，其中植被综合盖度小于40%的面积为66.6万hm²，占12.4%，林草植被质量整体不高；而实施治理的石漠化土地中，治理失败及初步治理面积为300.2万hm²，占实施治

理的石漠化土地面积的84.4%,表明治理仍处于初级阶段,成果巩固压力大。

3.4 石漠化土地分布区以山地地貌为主,普遍山高坡陡,且生态区位重要

发生在岩溶山地上的石漠化土地面积为416.0万 hm^2 ,占石漠化土地总面积的57.6%,占岩溶丘陵及平原区面积的13.1%。石漠化土地分布区的平均坡度为 17.4° ,其中坡度小于 5° 的石漠化土地面积仅为32.7万 hm^2 ,占石漠化土地面积的4.5%;而坡度大于等于 15° 的面积为406.3万 hm^2 ,占56.3%,表明山地坡度大,加之独特的双层水文地质构造,地表与地下水土资源渗漏严重,加剧了土地石漠化。然而,石漠化分布区域的生态区位重要,属长江和珠江的重要水源涵养区、珠江发源地和我国南方的重要生态安全屏障,主体区域属“三屏四带”中的长江重点生态区(含川滇生态屏障)和南方丘陵山地带,布局“双重”规划重点县345个,占10省“双重”重点县的72.9%,占调查县的67.9%;石漠化综合治理工程县208个,占“双重”规划重点县的60.3%,占调查县的40.9%;涉及国家重点生态功能区县205个,占10省287个重点生态功能区县的71.4%^[4]。

3.5 石漠化图斑破碎,生态修复难度大

与全国第三次国土调查成果对接融合后产出第四次石漠化调查本底数据库,再依据最新高分遥感影像数据进一步区划,本次调查图斑数达到4200万个,较第三次石漠化调查图斑增加11倍,图斑平均面积由第三次调查的 11.8 hm^2 变为 1.15 hm^2 ,而石漠化土地图斑平均面积还不到 1 hm^2 ,图斑破碎化严重。土层厚度为较薄、极薄的石漠化土地面积达332.7万 hm^2 ,占石漠化土地面积的46.1%,尤其是白云岩区岩性致密、裂隙不发育,土层极薄;未实施治理的石漠化土地中,基岩裸露度在50%以上的面积超过1/4,坡度在 15° 以上的超过60%,治理难度逐年加大,生态修复与巩固成果压力增大^[5]。

3.6 石漠化旱地面积大,水土流失问题突出

在石漠化土地中,坡耕旱地面积176.0万 hm^2 ,占旱地上石漠化土地面积的94.2%。据测算,2021年岩溶地区坡耕地水土流失6783.2万t,占岩溶地区水土流失总量的60.3%,而岩溶地区耕地面积仅占岩溶土地面积的19.74%。岩溶地区因人地矛盾突出,土地资源有限,对石漠化旱地依赖性高,顺坡耕作、复种指数高等人为扰动频繁,坡耕旱地成为区域

土地石漠化扩展与程度加深、水土流失加剧的重要来源区。

3.7 石漠化分布区人地矛盾突出,巩固脱贫成果压力大

石漠化分布区有常住人口2.35亿,其中乡村人口1.15亿,占区域总人口的48.9%,区域人口密度为197人/ km^2 ,为全国平均人口密度的1.34倍。而人均耕地面积 800.00 m^2 ,部分石漠化严重县的人均耕地面积不足 333.34 m^2 ,且少量县的耕地大多属旱涝频发、收成难保的贫瘠旱地,人地矛盾突出。石漠化区域属我国经济发展滞后区域,截至2020年底,石漠化区先后有247个国家扶贫工作重点县如期脱贫,占10省国家扶贫工作重点县的72.4%;2016—2020年,先后有1525.9万人实现脱贫,占10省脱贫人口的76.8%,占全国脱贫人口的35.2%,是我国巩固脱贫成果与乡村振兴的重点、难点地区。

3.8 潜在石漠化土地面积大,潜在风险高

潜在石漠化土地是指基岩为碳酸盐岩类,岩石裸露度(或砾石含量)在30%以上,土壤侵蚀不明显,植被覆盖较好(森林为主的乔灌盖度达到50%以上,草本为主的植被综合盖度70%以上)或已梯土化的土地,但如遇不合理的人为活动干扰,极有可能演变为石漠化土地。岩溶土地中,潜在石漠化土地面积1768.3万 hm^2 ,占岩溶土地总面积的36.5%,占岩溶地区调查县域国土总面积的14.8%,因其岩石裸露度和地表土壤状况在短期内不可能有实质性改变,且林草植被仍处于恢复的初级阶段,植被群落稳定性差;岩溶土地具有富钙、偏碱、黏重等特性,对生态环境异质性高、生态修复植物具有很强的选择性,加之“缺土少水”,区域林草植被建设普遍具有成活率低、生长速度慢的特点,在不合理的人为活动或自然气候等因素影响下极易转化为石漠化土地,潜在风险高^[6]。

4 结语

1)截至2021年底,我国石漠化土地面积达722.3万 hm^2 ,主要分布在长江、珠江中上游南方生态屏障区域,涉及长江重要生态功能区与南方丘陵山地带,生态区位重要;石漠化土地分布范围广,虽以中度、轻度石漠化土地为主,但仍以灌草植被为主,林草植被质量不高;基岩裸露度高,土层瘠薄,水土渗漏严重,“缺土少水”是区域主要生态问题;加之石漠化图斑破碎,岩溶土地具有富钙、偏碱、黏重等

特性,生态环境异质性高,生态修复植物选择性强,生态修复与巩固成果难度大。另外,石漠化区域人地矛盾突出,且石漠化旱地多为中低产田(地),岩溶区坡耕地成为区域土地石漠化与水土流失的主要来源区。

2) 依法防治、科学治理、综合治理、系统治理与源头治理多措并举,科学推进石漠化防治工作。针对性实施天然林资源保护、森林生态效益补偿和草原生态保护补助奖励政策,强化石漠化土地及潜在石漠化土地林草植被保护;实施封山育林育草与石漠化封禁保护保育区建设,发挥林草植被自我修复能力,促进林草植被修复;针对符合国土空间绿化的其他林地、其他草地、灌木林地、其他土地等,实施人工造林、种草,加快石漠化土地林草植被重建;针对石漠化区的退化防护林、低质低效林及退化草地,实施林草质量精准提升,改善岩溶生态系统服务功能;针对轻度、中度石漠化坡耕地,适度开展以降坡平整、客土施肥、小型水利水保措施为依托的坡改梯,建设高标准农田(地),采取保护性耕作模式,克服农林耕作连作障碍,提高岩溶地区耕地生产力,防止水土流

失与土地石漠化^[7-8]。

参考文献:

- [1] 潘春芳. 我国岩溶地区石漠化防治形势依然严峻 [N]. 中国绿色时报, 2012-06-15 (1).
- [2] 吴协保, 但新球, 吴照柏, 等. 中国岩溶地区石漠化防治形势与对策研究 [J]. 中南林业调查规划, 2019, 38 (4): 1-8.
- [3] 吴照柏, 但新球, 吴协保, 等. 中国喀斯特石漠化 [M]. 北京: 中国林业出版社, 2020.
- [4] 国家林业和草原局. 岩溶地区第四次石漠化监测报告 [R]. 北京: 国家林业和草原局, 2022.
- [5] 王克林, 岳跃民, 陈洪松, 等. 喀斯特石漠化综合治理及其区域恢复效应 [J]. 生态学报, 2019, 39 (20): 7432-7440.
- [6] 吴照柏, 吴协保, 但新球, 等. 潜在石漠化土地现状与保护利用探讨 [J]. 中南林业调查规划, 2019, 38 (3): 1-4.
- [7] 但新球, 白建华, 吴协保, 等. 石漠化综合治理二期工程总体思路研究 [J]. 中南林业调查规划, 2015, 34 (3): 62-66.
- [8] 吴协保. 我国县级石漠化综合治理的思路与技术探讨 [J]. 中南林业调查规划, 2009, 28 (1): 5-7, 22.

(上接第59页)

1) 所建固定参数和可变参数相对树高模型的决定系数 R^2 均在 0.8 以上, 模型拟合效果均较好; 两种方法的总蓄积相对误差分别为 -4.05% 和 -4.29%, 满足林业行业标准要求的 $\pm 5\%$ 的允许误差范围。

2) 区分径级组和起源统计样地蓄积相对误差, 结果表明无论分径级组还是分起源, 两种相对树高模型统计结果均较一元材积公式统计结果更优。

3) 对比分析 3 种方法下单个样地的相对误差, 结果表明相对树高模型的拟合效果优势明显, 有 70% 的样地的相对误差绝对值不超过 5%。

参考文献:

- [1] 曾伟生. 西藏自治区相对树高曲线模型的研制 [J]. 林业资源管理, 2002 (5): 27-30.
- [2] 曾伟生. 国家森林资源连续清查中的材积估计问题探讨 [J]. 中南林业调查规划, 2007, 26 (2): 1-6.
- [3] 蒲莹, 曾伟生, 阳帆. 北京市树高胸径回归模型研建及一元

立木材积表检验 [J]. 林业资源管理, 2021 (3): 62-66.

- [4] 曾伟生. 总体与林分水平的树高-胸径模型对蓄积量估计的影响分析 [J]. 林业资源管理, 2019 (6): 38-41.
- [5] 国家林业和草原局. 森林资源连续清查技术规程: GB/T 38590—2020 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2020.
- [6] 国家林业和草原局. 2021 中国林草资源及生态状况 [M]. 北京: 中国林业出版社, 2022.
- [7] 骆期邦, 吴志德. 相对树高曲线模型的研究和应用 [J]. 中南林业调查规划, 1995, 14 (2): 1-3, 8.
- [8] 骆期邦, 曾伟生, 彭长清. 可变参数相对树高曲线模型及其应用研究 [J]. 林业科学, 1997, 33 (3): 202-210.
- [9] 曾伟生, 骆期邦, 贺东北, 等. 海南省主要树种相对树高曲线模型应用研究 [J]. 中南林业调查规划, 1999, 18 (2): 1-7.
- [10] 曾伟生. 西藏自治区相对树高曲线模型的研制 [J]. 林业资源管理, 2002 (5): 27-30.
- [11] 曾伟生, 唐守正. 立木生物量模型的优度评价和精度分析 [J]. 林业科学, 2011, 47 (11): 106-113.
- [12] 曾伟生, 杨学云, 陈新云. 北京市主要树种单木和林分生长率模型研建 [J]. 中南林业调查规划, 2022, 41 (1): 1-8.

《中南林业调查规划》第九届编辑委员会

主 编：周学武

副 主 编：杨 宁 刘世好

编 委：(按姓氏笔画为序)

王 华	王本洋	王春俊	代华兵	向左甫	刘世好
刘扬晶	刘恩林	齐建文	孙 华	杜克兵	李 伟
李有志	李家湘	杨 宁	杨 帆	肖化顺	吴后建
佢袁勇	佟富春	余 志	张 慧	张志飞	陈毅青
林寿明	岳跃民	周学武	秦新生	徐基良	黄华国
董世魁	程 云	普布顿珠	曾伟生		

编 辑：周湘红

英文审校：张铁平

中南林业调查规划

Central South Forest Inventory and Planning

(季刊·公开发行)

(Quarterly,Public Distribution)

1982年创刊

Started in 1982

2023年5月 第42卷 第2期

Vol.42 No.2 May.2023

主管：国家林业和草原局

Supervised by: National Forestry and Grassland Administration

主办：国家林业和草原局中南调查规划院

Sponsored by: Central South Academy of Inventory and Planning of NEFA

出版：《中南林业调查规划》编辑部

Edited & Published by: Editorial Department of Central South Forest Inventory and Planning

发行：《中南林业调查规划》编辑部

Address: No.143 Xiangzhang Road East, Changsha, Hunan

地址：长沙市雨花区香樟东路143号

邮编：410014

Postcode: 410014

电话：(0731) 85679720

Telephone: (0731) 85679720

E-mail: ZLDF@chinajournal.net.cn

E-mail: ZLDF@ chinajournal.net.cn

3489481887@qq.com

3489481887@qq.com

印刷：湖南敦昊彩色印务有限公司

Printed by: Hunan Dunhao Colour Printing Co.Ltd.

ISSN 1003-6075

CN 43-1095/S

国内定价：7.50元