

DOI: 10.5846/stxb201405100943

黄国勤, 赵其国. 广西桉树种植的历史、现状、生态问题及应对策略. 生态学报, 2014, 34(18): 5142-5152.

Huang G Q, Zhao Q G. The history, status quo, ecological problems and countermeasures of *Eucalyptus* plantations in Guangxi. Acta Ecologica Sinica, 2014, 34(18): 5142-5152.

广西桉树种植的历史、现状、生态问题及应对策略

黄国勤^{1,*}, 赵其国²

(1. 江西农业大学生态科学研究中心, 南昌 330045; 2. 中国科学院南京土壤研究所, 南京 210008)

摘要: 广西是我国桉树种植的主要区域, 桉树产业已成为广西的优势产业、特色产业、民生产业。新世纪推进广西桉树产业发展, 不仅对广西经济社会的全面发展具有重要作用, 而且对促进全国桉树产业及整个经济社会的可持续发展具有重要意义。通过调查研究回顾了广西桉树种植的历史, 认为 19 世纪初广西即开始从法国引种桉树, 但面积小、发展慢。新中国成立后, 广西桉树种植经历了 3 个发展阶段, 即: 起步阶段 (1949—1977 年)、推广阶段 (1978—2000 年) 和大发展阶段 (2001 年至今)。当前, 广西桉树种植的现状是: 分布广、产量高、效益好、贡献巨大、地位突出。但广西大面积种植桉树人工林, 也面临着耗水、耗肥、“有毒”、“沙漠”、“退化”、灾害六个突出问题亟待研究解决。为使新世纪广西桉树产业的又好又快发展, 应遵循 3 大原则: 可持续发展原则、因地制宜原则和循序渐进原则, 同时, 应采取以下 6 项具体措施: 一是科学规划; 二是合理布局; 三是优化结构; 四是产业带动; 五是改善条件; 六是发展科技。

关键词: 桉树; 种植模式; 生态效益; 经济效益; 社会效益; 可持续发展

The history, status quo, ecological problems and countermeasures of *Eucalyptus* plantations in Guangxi

HUANG Guoqin^{1,*}, ZHAO Qiguo²

1 Research Center on Ecological Sciences, Jiangxi Agricultural University, Nanchang 330045, China

2 Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008, China

Abstract: *Eucalyptus* is one of three species (*Eucalyptus*, poplar, pine) of fast-growing trees in China. Because *Eucalyptus* grows rapidly, afforestation of a *Eucalyptus* forest can be achieved in a short period of time making the species a very popular plantation species. China highly praises the use of *eucalyptus*, especially in Guangxi, Guangdong, Hainan, Fujian and other tropical and subtropical regions. *Eucalyptus* plantings have a long history and feature several favorable characteristics such as being well adapted to optimum growing conditions in the provinces that led to its popularity. Guangxi is a major area of *eucalyptus* plantations. The *eucalyptus* industry has become the one of the dominant and specialized industries of the province, and serves as a source of livelihood for rural people living in Guangxi. The promotion of the industrial development of *eucalyptus* plantations in Guangxi in this new century not only plays an important role in the overall economic and social development of the province, but also has great significance in the promotion of the sustainable development of the national timber industry and it supports the entire scale of economic and social development. The author reviewed the history of *Eucalyptus* plantations in Guangxi, which began in the early 19th century from France. In the early 19th century, the area of *Eucalyptus* plantations was small and developed slowly. After the founding of the People's Republic of China, development of *Eucalyptus* plantations went through three stages: an initial stage (1949—1977), a promotional

基金项目: 国家自然科学基金重点资助项目 (U1033004)

收稿日期: 2014-05-09; 修订日期: 2014-08-11

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: hgqjxc@sina.com

phase (1978—2000) and a large-scale development phase (2001—present). Currently, Eucalyptus plantations in Guangxi are widely distributed, cover a large area, exhibit high yield, are effective in providing timber and afforestation, and make great contributions to local economies; these give Eucalyptus a prominent position in forestry of the region. Eucalyptus plantations and forests in Guangxi are distributed in almost all regions with hills and mountains, or near villages and streets. In 2012, the area of Eucalyptus plantations reached 1.87 million hm^2 . Currently, Guangxi eucalyptus timber production accounts for over 70% of the region's total timber production. Eucalyptus plantations in Guangxi have sound economic, ecological, and social characteristics. The annual forest growth, annual harvest volume, and the net increase of forest volume in Guangxi all rank first in the country for Eucalyptus. Eucalyptus is the largest production base of wood in China and provides a strategic core wood supply for the national reserve base. In certain respects, Eucalyptus plantings have many positive ecological effects, such as carbon sequestration and oxygen release providing for e.g. a cleaner environment, forest protection, and climate regulation. The ecological benefits of planting Eucalyptus are significant. In other respects, the massive planting of Eucalyptus in Guangxi inevitably brings negative impacts on the environment. Large-scale cultivation of Eucalyptus plantations in Guangxi cause several problems that need to be studied if solutions are to be found, including problems related to water and fertilizer consumption, toxic effects to livestock, as well as desertification, land degradation and disasters related to Eucalyptus plantations. Eucalyptus plantations have created an important industry that is characteristic of Guangxi, and currently provide a source of livelihood for local people. China needs to vigorously develop this industry to provide a source of livelihood for local people by implementing a western-style developmental strategy, and by promoting comprehensive, coordinated and sustainable economic and social development in Guangxi and other western provinces and autonomous regions. In this sense, the prospects for the development of the Eucalyptus industry are very broad. To enable rapid development of the Eucalyptus industry in the new century, we should follow three principles, the principles of enabling sustainable development, adapting to local conditions and developing the process gradually. We need to employ the following six specific measures: scientific planning, rational distribution on the landscape, optimization of the structure of plantations, using reasonable planning methods for the industry, improving conditions for local people, and including the development of technology.

Key Words: ecological benefits; economic benefits; eucalyptus; planting patterns; social benefits; sustainable development

桉树是我国三大速生树种(桉树、杨树、松树)之一。桉树凭借速生的优势,当年营造,即可达到当年成林的效果^[1-3]。因此,桉树享有崇高的美誉,在我国倍受青睐,尤其是在我国的广西、广东、海南、福建等热带、亚热带地区,桉树的种植具有条件优越、历史悠久、效益良好的特点。为推进新世纪我国桉树产业的又好又快发展,本文对我国最大桉树生产省区——广西壮族自治区的桉树种植的历史、现状、存在问题及其可持续发展对策等作一探讨。

1 历史

1.1 解放前广西桉树种植

桉树原产于澳大利亚、印度尼西亚、巴布亚新几内亚和菲律宾,但在 500 多个树种中,只有剥桉(*E.*

deglupta)、尾叶桉(*E. urophylla*)两种不产于澳大利亚。桉树对中国而言,是个外来物种^[4]。

桉树引入我国,迄今已有 120 年的历史^[5]。据 1961 年英国出版的世界作物丛书上《桉》中第 7 章介绍:桉树是由驻意大利的中国使领于 1894—1896 年间引种华南,最早种植在香港、广州、福州,有些于 1898 年种植在广州岭南大学(现中山大学),当时引种的是大叶桉、柠檬桉、兰桉、赤桉、细叶桉等。

广西是在 19 世纪初期,从法国引种了细叶桉到龙州,历经毁坏,所剩无几。现保存最大的柠檬桉在龙州中山公园;在合浦县,原三合口农场 1935 年从印尼引进柠檬桉种子,种植 1km 林带(到 1960 年保存 1080 株);1928 年引种到柳州五里亭小学的 1 株赤桉,胸径 103cm,树高 51m,材积 16.99 m^3 ,是广西

目前最大的桉树^[6]。

1.2 解放后广西桉树发展

如果说,解放前广西桉树的种植是分散的、零星的、局部的和小规模的,没有形成“气候”,那么 1949 年新中国成立后,广西桉树的发展则是集中的、连片的、全面的和大规模的,这是国内外有目共睹的。当前,国内外有所谓的“世界桉树看巴西,中国桉树看广西”之称誉,正好说明了这一点。

新中国成立至今,由于党和政府的正确领导和关心扶持,广西桉树产业得到前所未有的发展。根据桉树种植面积、产量、分布及取得的效益等多方面的综合考虑,可将新中国成立以来广西桉树生产的发展大致划分为 3 个阶段。

1.2.1 第一阶段

起步阶段(1949—1977 年)。1949 年新中国刚刚成立,百废待兴。从 1949 年新中国成立至 1977 年改革开放前的这一阶段,广西桉树的发展主要以桉树的引种、试验与扩大示范种植面积为主。

据有关资料^[7]记载,1960 年,广西自治区开始较大规模地营造桉树人工林,东门林场 15000 hm² 人工林中,桉树就有 8500 hm²。在贫瘠土壤上,主要种植窿缘桉和柠檬桉。1965 年,在广西南部地区成立了由东门林场、渠黎林场、跃进林场、石塘林场和黎塘林场等 10 个桉树林场组成的与广东省雷州林业局相似的“桂南林业局”,随之开始大面积栽培以窿缘桉(*E. exserta*)、柠檬桉(*E. citriodora*)和野桉(*E. rudis*)为主的桉树人工林。20 世纪 70 年代初,广西大量引进和推广雷州林业局的雷林 1 号桉(*E. exserta*×*E. robusta*)^[8]。

在扩大桉树种植面积的同时,广西还特别重视桉树的引种、改良与栽培技术的研究及学术交流。20 世纪 70 年代初期,即进行了柠檬桉(*E. citriodora*)、窿缘桉(*E. exserta*)的选育和雷林 1 号桉的引进和选育^[9];1974 年成立南方 7 省区(广西、广东、四川、云南、福建、浙江、江西)桉树协作会,并先后围绕桉树良种选育与种植技术等理论与实践问题多次召开学术交流会,有力地促进了广西及南方桉树生产的发展;1977 年,广西林科院进行了柳桉与窿缘桉人工杂交育种研究^[9]。

1.2.2 第二阶段

推广阶段(1978—2000 年)。从 1978 年开始我

国实行改革开放,为广西桉树发展注入了生机与活力。

(1) 新技术研发

从 1982 年“中澳(澳大利亚)技术合作广西东门林场桉树示范项目”开始,在国际林业组织支持下,广西先后从澳大利亚、印度尼西亚、美国、巴西等 8 个国家引进 174 个桉树种和 200 个种源,经过中澳林业科技人员共同合作、刻苦钻研,进行繁殖、培育、筛选并建立了桉树无性系基因库。该库已成为我国乃至亚洲最大的桉树种质资源库,通过科技人员全面系统地进行高产栽培综合技术研究,为桉树速生丰产提供了先进的科学技术,从而为桉树人工林发展奠定了基础^[9-10]。这一无性繁殖和高产栽培技术,打破了多年来“十年树木”的林业发展传统观念。5 年生优良速生丰产桉,每亩(667m²)立木蓄积已达 5—6 m³,高产的可达 7—8 m³,这是广西,也是我国林业发展史上的奇迹^[11]。

(2) 大面积推广

一是种植面积扩大。广西各地将桉树无性繁殖、速生丰产的种植技术进行大面积推广,取得明显成效。1980 年,广西桉树人工林种植面积 4.8 万 hm²;1990 年 5.8 万 hm²;2000 年达到 14.9 万 hm²,桉树种植面积呈现“指数增长”^[12]。二是种植区域扩展。桉树人工林种植区域由 20 世纪 70 年代末仅局限在桂南地区种植,到 80 年代中、后期至 90 年代,已逐步向桂中、桂北地区发展;同时,由丘陵地种植发展到山地种植。三是生长速度加快^[10]。桉树人工林生长量由 20 世纪 70 年代的 4.5 m³/hm²,提高到 80 年代的 8.0 m³/hm²,并进一步提高到 90 年代的 18.0—22.5 m³/hm²。四是经济效益提高。据广西农业区划办公室王辉武^[13]统计,截止到 2000 年广西桉树种植面积达 14.97 万 hm²,蓄积量达 909.34 万 m³,干木片产量达 246.09 万 t,产值达 140140.38 万元,出口量达 6.98 万 t,出口产值达 4613.87 万元。

1.2.3 第三阶段

大发展阶段(2001 年—)。进入新世纪,广西桉树人工林种植迈入了一个崭新阶段——大发展阶段。

(1) 面积大发展

自进入新世纪以来,广西桉树每年以 200 万亩(13.33 万 hm²)速度快速发展,广西已成为我国速生

桉树的重要生产基地。“十五”(2001—2005 年)以来,广西实施南方速生丰产林工程,桉树人工林得到迅速发展,造林面积逐步扩大。2004 年,广西桉树种植面积为 41.33 多万 hm^2 ;到 2005 年,广西桉树人工林面积为 53.36 万 hm^2 ,蓄积量为 1001.37 万 m^3 ;2006 年,广西桉树人工林总面积约为 63.64 万 hm^2 ,蓄积量约为 1457.25 万 m^3 ;2007 年,广西桉树人工林总面积约为 75 万 hm^2 ,蓄积量约为 2091.76 万 m^3 ^[14-15];2008 年底,广西已营造桉树人工林面积达 81 万 hm^2 ,蓄积量 3050 万 m^3 。据潘秀湖研究^[16],2009 年广西全区桉树面积为 159.02 万 hm^2 ,蓄积量为 7053.80 万 m^3 ,位居全国首位(占全国桉树种植面积的 46%),其中桂中和桂东南地区为主要分布区域,面积达 120 多万 hm^2 ,占全区桉树面积的 75%,约占当地森林面积的 21%;2010 年,广西全区桉树人工林面积达到 165 万 hm^2 ,占全区人工商品林面积 30.5%,相当于每个广西人拥有半亩桉树;全区桉树活立木蓄积量达到 6000 万 m^3 ,占人工商品用材林总蓄积量的 20.9%,相当于每个广西人拥有 1.2 m^3 桉木。桉树人工林面积、生长量、蓄积量继续稳居全国第一位。

(2) 区域大扩展

2000 年以前,广西桉树大面积造林仅限于北回归线以南的南宁、崇左、钦州、北海、防城港、玉林、贵港、梧州等 8 个市。近年来,随着栽种效益的凸现、选育水平的提升和抗寒品种的推广,速丰桉逐步向北扩展,如今全区 14 个市 102 个县(市、区)都有种植^[17]。

(3) 效益大提高

随着林浆纸、林板及木材加工等产业的快速发展,广西林业总产值从 2005 年的 293 亿元增加到 2011 年 1600 亿元,6 年实现翻两番,其中以桉树为主的木材加工和制浆造纸利用总产值约为 640 亿元,在林业总产值占了 2/5^[18]。

(4) 地位大提升

新中国成立以来,东北作为木材主产地,“霸主”地位长达半个多世纪。“十一五”期间,中国木材主产地快速南移,广西取而代之成了中国木材“巨无霸”,商品材产量全国第一。这一惊人巨变,正是起源于大面积种植速丰桉。2005 年,广西桉木材产量仅 87 万 m^3 ,到 2010 年增加到 800 万 m^3 ,五年增长 8

倍多;桉木材占全区商品木材产量 67%,占全国木材总产量 1/10。桉树资源快速增加,国家下达广西的森林采伐限额也一增再增,从“十一五”2500 多万 m^3 增加到“十二五”3681 多万 m^3 ,稳居全国之首^[18]。

如前所述,中国引种桉树已有 100 多年历史,拥有地理和技术双重优势的广西,是引种栽植较早的省(区),进入新世纪,广西大面积种植桉树至今已 10 多年。据统计,2011 年全区桉树面积发展到 2700 多万亩(180 多万 hm^2),占全区人工商品林面积约 1/4。目前,广西桉树面积、木材产量双双位居全国首位,形成“世界桉树看巴西、中国桉树看广西”的大格局^[18]。

2 现状

2.1 分布广

作者近年来对广西桉树生产状况的调研与实地考察,到处见到的是成排、成行、整整齐齐的、绿油油的桉树林、桉树“片”、桉树“海”,桉树种植已广泛遍及广西各地,桉树广泛分布于广西各地的大大小小的丘陵和山地,以及各地的村旁、路边等。可以说,成片的桉树林已成为广西的独特景观与优势。

2.2 面积大

据黄昭平^[19]研究资料,目前全国 260 万 hm^2 桉树人工林中,80%分布在广西、广东、海南、福建等沿海省区,云南、四川、湖南、江西等省分布很少。2012 年,广西桉树面积达到 186.67 万 hm^2 。根据《广西林业“十二五”总体规划》,到 2015 年,广西桉树速丰林总面积将增加到 200 万 hm^2 ,占全区森林总面积约 1/7^[20]。

2.3 产量高

目前,广西桉材产量占全区木材总产量的 70% 以上。根据《广西林业“十二五”总体规划》,“十二五”期间,广西年森林采伐限额达到 3681.8 万 m^3 ,居全国第一,约占全国 1/7,其中桉树采伐限额达 2600 万 m^3 。

2.4 效益好

(1) 经济效益

首先,从农民增收来看,桉树被广西农民看作是“摇钱树”,种植桉树对农民脱贫致富奔小康发挥着重要作用。现在广西种植桉树的农民越来越多。其次,从全区经济产值来看,广西林业总产值从 2005

年的 293 亿元增加到 2011 年 1600 亿元,6 年实现翻两番,其中以桉树为主的木材加工和制浆造纸利用总产值约为 640 亿元,在林业总产值占了 2/5^[18]。2011 年,广西以桉树为主要原料的木材加工和制浆造纸产业总产值达 860 亿元,占广西全区林业产业总产值的 51%。

(2) 生态效益

科学研究表明,林木每生长 1 m³,平均吸收 1.83 t CO₂,放出 1.62 t O₂。按目前全区桉树面积计算,每年可吸收 CO₂ 4500 多万 t,释放出 O₂ 约 4200 多万 t,碳汇潜在市场价值超过 100 亿元^[18]。据测算,2010 年广西全区森林生态服务总价值已超过 8500 亿元,居全国第 4 位。又据《广西林业发展“十二五”规划》,到 2015 年,广西桉树速丰林面积将增加到 3000 万亩(200 万 hm²),届时桉树在保育土壤、固碳释氧、积累营养物质、净化大气环境、生物多样性保护等方面,每年给广西提供生态系统服务功能价值将高达 1247 亿元^[18],其中涵养水源功能价值 523 亿元、保育土壤功能价值 115 亿元、固碳释氧功能价值 340 亿元、积累营养物质功能价值 12 亿元、净化大气环境功能价值 138 亿元、生物多样性保护功能价值 119 亿元。可见,广西发展桉树人工林,不仅有良好的经济效益,而且有显著的生态环境效益。

(3) 社会效益

广西桉树人工林的发展,具有良好的社会效益。首先,增强林木资源储备。发展桉树速丰林,大大缩短了木材生产周期,提高了木材产量,以最少的林地、最短的时间生产出最多的木材,可有效缓解社会对木材需求的矛盾问题,对保障全区、全国林浆纸等林产工业健康稳定发展有重要作用。其次,种植桉树可以增加农村就业机会,从种苗、造林、营林,到木材采伐、加工、利用全过程中,均可产生就业机会。据估计,每公顷桉树人工林可产生直接就业岗位 4 人。同时,在种植桉树生产过程中,还可使农民学会、掌握现代营林生产技术和知识,可有效提高劳动者的素质,促进农村经济的发展。第三,促进林业生产经营水平提高。发展桉树速丰林,实行集约化、规模化经营,推广和应用国内外先进适用的林业生产技术,使林业科技成果进一步得到推广应用,有利于提高林业经营管理水平,带动林业生产发展走集约化经营道路^[21]。

2.5 贡献巨大

桉树被认为是“一种效益好的战略性林木,是造纸业的绿色黄金”。广西桉树人工林的发展已经为国家的经济社会发展和生态环境安全(特别是固碳释氧、净化环境、调节气候等)做出了巨大贡献。广西森林年生长量、年采伐量、森林年净增量均居全国第一,已成为全国最大木材生产基地和全国木材战略核心储备基地。

2.6 地位突出

从 20 世纪 80 年代以来,广西先后引进了澳大利亚桉树 174 个树种的 200 多个种源,通过品种改良和高产综合试验,至今已建成了适合在中国推广的桉树基因库,其中包括 900 多个无性系——这是目前亚洲最大的桉树“基因银行”。该基因银行(基因库)汇集了包括中国、美国、澳大利亚、泰国、巴西等多个国家的桉树物种,是名符其实的亚洲最大桉树基因库,实为不可多得^[22]。从这个意义来说,广西桉树的地位,在世界、在亚洲、在全国都是重要的和不可取代的。

3 生态问题

一方面,广西桉树的大量种植,具有许多积极的生态效应,如固碳释氧、净化环境、森林防护、调节气候等,可以说种植桉树的生态效益是显著的;另一方面,也要看到大量种植桉树,对广西生态环境也不可避免地带来了负面的、消极的影响。

3.1 耗水问题

大面积种植桉树,造成桉树数量多、密度大,而桉树又生长迅速、生长周期相对较短,如此,相对于其他植被物种,桉树生长过程中所耗用的水量自然就大。难怪,有人把桉树人工林称作“抽水机”^[23]。

事实上,根据有关研究,桉树光合作用能力强,用水量比其他人工林少。据联合国粮农组织(FAO)曾组织专家进行的专项研究结果显示,不同树木每生产 1 kg 干物质所消耗的水分分别为:桉树 510 L,合欢属 580 L,针叶树 1000 L;另一组专家研究结果是:桉树 758 L,比松树的 1538 L、相思树的 1323 L 少得多(2 组数据有差异,是方法不同之故)。由此,可以认为“桉树是抽水机”的说法不科学,但在生产实践中应采取切实措施解决种植桉树“水”的问题。

3.2 耗肥问题

从广西桉树种植的历史及当前广西各种桉树种

植情况来看,桉树人工林对土壤肥力的消耗是大的,有所谓的“桉树是抽肥机”之说。

考察中发现,大面积种植桉树造成丘陵、山地土壤地力下降、肥力衰减,有的甚至存在严重的水土流失,其原因在于:一是采用全垦方式(即炼山)整地,这对土壤的破坏是毁灭性的;二是实行整株砍伐、全树收获,将桉树积累的全部地上部生物质移出系统,常常只有桉树的地下部根系还留在土壤中(而根部的生物质量只占桉树整个生物总量的一小部分),这就必然造成系统中物质循环的“不平衡”:移出量>归还量。长期这样下去,势必造成土壤养分的过度消耗和土壤养分库的亏损。如不及时补充足够的营养元素返回土壤,桉树就自然成为“抽肥机”^[24]。

当然,如采用科学的方法种植桉树人工林,“桉树是抽肥机”是可以避免的。

3.3 “有毒”问题

广西各地群众在种植桉树的生产实践中观察到这样一种现象,即凡是有桉树生长的地方,其林下地面很少长有其他植物,甚至有时桉树林下地面是“光秃秃”的,寸草不长。因此,当地群众认为桉树“有毒”,桉树不仅是“抽水机”、“抽肥机”,也是“产毒机”——分泌、生产有毒物质的树种,甚至还有人认为桉树人工林流出(渗出)的水,若当地妇女喝了就会只能生女孩而不生男孩^[25]。

大量研究表明,桉树本身(茎、叶)是没有毒的。桉树与其他植物(生物)一样,具有化感作用,生物间存在相生相克现象,其产生的化感物质,对某些植物(杂草、树木)具有一定的“抑制”或“促进”作用,纯属正常的自然现象或自然规律。至于桉树林下生长的植物少,有时甚至是“光秃秃”的,这主要是在种植桉树时,由于采用“炼山”方式整地造林(种植桉树),在桉树生长过程中,精耕细作、加强管理,有的甚至施用除草剂或喷洒其他农药,在保护了桉树生长的同时,对桉树林下的其他生物产生了不利影响,甚至是“致命”的打击或毁灭性的破坏作用。这就必然造成桉树林下的生物(植物、动物)种类和数量明显减少,甚至是“寸草不生”。

至于说“当地妇女喝了桉树人工林流出的水就只会生女孩而不生男孩”,是没有科学依据的,不值得相信。

3.4 “沙漠”问题

近年来,广西桉树种植区域的广大群众反映,说

桉树林是“远看绿油油,近看光溜溜”、“下不长草,上不飞鸟”,桉树林已变成了“绿色沙漠”。这实质上是反映了两个问题:一是桉树“有毒”问题;二是桉树林的水土流失问题。关于桉树“有毒”的问题,前面已作分析,此处不赘述。至于桉树林的水土流失问题,确实存在,且在有的桉树种植区还比较严重。

桉树林的水土流失,是由以下几方面原因造成的:一是在高山、陡坡种植桉树,采用全垦式的“炼山造林”,一遇上大风大雨必然产生严重的水土流失;二是不合理的耕作方式,特别是采用顺坡种植桉树,也极易产生水土流失;三是在桉树生长期间进行管理,如除草、松土、施肥等,都可能产生水土流失;四是在桉树生产过程中采用机械化作业,更是极易产生水土流失。

罗兴录等^[26]对桉树林、龙眼树、混交林等3种植被下的水土流失进行了比较研究,结果表明,3种不同植被下水流失量、土壤流失量及土壤养分流失量均表现为:桉树林>龙眼树>混交林。其中,龙眼树水分、土壤、土壤速效N、P、K和土壤有机质流失量分别比桉树林减少了4.43%、96.51%、95.29%、96.20%、93.00%和96.09%;混交林分别比桉树林减少了5.07%、98.79%、98.67%、98.74%、98.39%和98.74%。

3.5 “退化”问题

广西大面积种植桉树林,已产生严重的土壤退化(包括土壤肥力下降、生物多样性衰退、环境污染等)的问题,值得引起高度关注。

3.5.1 土壤肥力下降

桉树人工林由于地表的植被层少,枯枝落叶种类少和层面薄,加上土壤结构的破坏,因此很易出现下雨时大量的水土冲刷现象,造成水土流失。另外,在种植小苗和大片砍伐后,由于土地裸露时间较长,土壤的沙化现象更加严重,造成桉树人工林土壤流失。根据统计资料,桉树人工林平均土壤流失量为 $10.8 \text{ m}^3 \text{ hm}^{-2} \text{ a}^{-1}$ 。覃延南^[27]通过对广西沿海地区桉树林地土壤养分测定分析,结果表明:土壤的pH值为4.07—5.30、有机质为0.49%—7.26%、全N为0.02%—0.23%、全P为0.03%—0.10%、全K为0.14%—3.08%、速效N为20.2—137.3 mg/kg、速效P为0.3—23.9 mg/kg、速效K为3.6—88.8 mg/kg、有效Cu为0.25—0.80 mg/kg、有效Zn为0.30—1.90

mg/kg、有效 B 为 0.04—0.33 mg/kg。根据广西土壤养分含量等级划分标准,认为该地区土壤中的大量元素(N、P、K)和微量元素(B)均普遍缺乏,特别是大量元素(P、K)和微量元素(B)缺乏最为严重。杨尚东等^[28]对广西红壤区桉树人工林炼山后土壤肥力变化及其生态效应研究表明,炼山无助于长效提高桉树人工林的土壤肥力。

3.5.2 生物多样性衰退

据杨尚东等^[28]研究,虽然广西红壤区桉树人工林土壤细菌多样性指数、丰度和均与度指标在不同土层的变化不均一,但无论是炼山 1 周或 4 个月后,炼山方式均不同程度地导致了桉树人工林表层土壤细菌多样性指数、丰度和均与度指标的下降,说明炼山方式也不利于桉树人工林,尤其是表层土壤生态系统的持续稳定。温远光等^[29]研究了连栽对广西桉树人工林下物种多样性的影响,结果表明:桉树连栽导致人工林植物多样性减少,在 667 m²样方内,第 2 代林的植物种类比第 1 代林减少了 541.43%;对 18 块 4 m²样方监测(1998—2003 年)结果,第 2 代林植物多样性比第 1 代林减少了 50%,物种丰富度和 Shannon-Wiener 指数分别比第 1 代林减少 391.39%和 171.76%。桉树人工林连栽导致群落物种多样性降低,改变了群落的物种组成及特征。

温远光团队^[30]在实施“桉树人工林林下植被数量及演替规律研究”项目中,经过近 7a 的监测和评估,得出:采用全垦、连栽、短周期方式经营桉树林,必然造成林间植物物种的减少甚至毁灭;但造成这种结果的关键原因不是桉树树种本身,而是栽培措施和炼山(烧山)、机耕等耕作方式。

3.5.3 环境污染

宋贤冲等^[31]对广西桉树造林区水体进行了监测与评价。通过在广西主要桉树人工林造林区设置 3 个监测点,进行 pH 值、高锰酸钾指数(COD_{Mn})、5 日生化需氧量(BOD₅)和悬浮物(SS)的多年定位监测,监测数据表明:桉树造林后林区水样 COD_{Mn}、BOD₅、SS、pH 值的参数均发生了显著的变化;宁明、环江、梧州 3 个监测点林区水样 COD_{Mn}值分别下降 33.33%、36.59%、81.61%,BOD₅值分别上升 5.67%、下降 0.37%、上升 0.29%,SS 值分别上升 17.29%、0.95%、6.47%,pH 值趋于 7。桉树造林 1 年后林区水体还原性污染物浓度增加,随着造林时间的增加,

林区水体还原性污染物浓度迅速降低,可生化降解有机污染物浓度升高,林区水体酸碱度趋于中性。桉树种植会产生大量的有机污染物,要保持桉树林区水质,需要对有机污染物浓度进行控制。

3.6 灾害问题

广西在大规模发展桉树人工林的过程中,还面临着多种自然灾害的影响和危害问题。

(1) 干旱灾害

广西桉树多种植在丘陵、高山地区,汛期有水留不住,秋冬春季节极易遭受干旱危害。如 2009 年秋季至 2010 年 4 月,我国西南地区的广西、云南、贵州、重庆、四川 5 省区就发生了历史罕见的特大旱灾,其持续时间之长(持续 5 个多月)、影响范围之广(广西北部 and 东南部、云南大部、贵州大部、川西高原南部均出现重度以上气象干旱)、受灾程度之重(在这次干旱中,云南出现重旱以上程度气象干旱的平均日数为 84d,贵州为 50d,均达到历史同期最多;广西出现重旱以上程度气象干旱的平均日数为 32d,为历史第二多;四川 25d,为历史第 7 多)、灾害危害之大(严重气象干旱已对群众生活、农业生产、塘库蓄水、森林防火等造成极大影响,出现人畜饮水困难,农作物减产失收),均为历史罕见。这次严重旱灾,对广西全区 153.33 多万 hm²桉树人工林也造成严重危害。

(2) 雪灾

在 2008 年初发生特大雪灾(即 2008 年 1 月 10 日起在中国发生的大范围低温、雨雪、冰冻等自然灾害,上海、浙江、江苏、安徽、江西、河南、湖北、湖南、广东、广西、重庆、四川、贵州、云南、陕西、甘肃、青海、宁夏、新疆和新疆生产建设兵团等 20 个省、区、市、均不同程度受到低温、雨雪、冰冻灾害影响)中,广西桉树受灾面积 8.44 万 hm²,面积受灾率 10.55%,直接经济损失达 25 亿元。

(3) 病虫害

广西桉树人工林结构单一,极易遭受病、虫危害。根据调查,广西桉树主要种植区病虫害暴发频率越来越高,已成为桉树人工林发展的重大障碍。据李贵玉^[32]研究,2001—2005 年广西全区桉树病虫害发生面积达到 4906 hm²,直接经济损失达到 1.47 亿元。陈崇征等^[33]对广西桉树幼林白蚁种类、分布及危害进行了调查,得出桉树白蚁的危害情况,为害

率都在 5% 以上,平均为害率达到 281.14%。因此,白蚁危害已成为桉树产业发展的制约因子之一。

(4) 火灾

据《中国统计年鉴——2013》^[34] 资料,2012 年广西发生森林火灾 289 次(其中一般火灾 147 次,较大火灾 142 次),火场总面积 4329 hm²,受害森林面积 780 hm²,折合经济损失 363 万元。由于桉树人工林占广西森林面积相当大比重,因此,在这些火灾中,有相当大的部分属于桉树人工林,即 2012 年广西桉树人工林遭受火灾也是很严重的。

4 应对策略

桉树产业已成为广西重要的特色产业、民生产业。国家实施西部大开发战略,推进广西等西部各省区市经济社会的全面协调可持续发展,就要大力发展特色产业、民生产业。从这个意义来说,桉树产业的发展前景十分广阔。

为促进新世纪广西桉树产业的又好又快发展,必须采取切实有效的对策和措施。

4.1 原则

要确保广西桉树产业的又好又快发展,首先要遵循如下原则:

(1) 可持续发展原则

走可持续发展之路,是 21 世纪全人类的共同选择。广西桉树产业的发展,同样要走可持续发展之路。要以可持续发展为首要原则,广西在发展桉树产业时,不仅要注重经济效益、社会效益,更要重视大面积种植桉树可能带来的生态环境效应,要“三效”(经济效益、社会效益、生态效益)兼顾、综合考虑、全面发展,决不能走“唯经济效益”之路,决不能走“以牺牲生态效益来换取经济效益”的可持续发展之路。

(2) 因地制宜原则

广西幅员辽阔,土地资源丰富,地形地貌复杂,既有适宜发展桉树人工林的区域,也有不适合种植桉树的地域。因此,广西在发展桉树人工林的过程中,要求做到因地制宜、适地适树,决不能搞“一条线”、“一边倒”、“一刀切”。

(3) 循序渐进原则

广西种植桉树,发展桉树人工林产业,还要遵循循序渐进的原则。这就要求广西各地在大规模种植

桉树时,要一步一个脚印,稳扎稳打,步步为营,决不能贪大求快,搞“一下子”、“一阵风”。只有这样,广西桉树人工林产业才能稳步推进,走好走远。

4.2 措施

在遵循上述原则的基础上,推进广西桉树产业又好又快发展,还必须采取以下各项具体措施:

(1) 科学规划

“凡事预则立,不预则废。”广西桉树产业要发展好,必须做到“规划先行”。2012 年,广西已制定发布了《广西桉树速生丰产用材林“十二五”发展规划》,这一规划以 2010 年为基期,以 2011—2015 年为规划期,总规划期为 5 年,内容包括广西桉树速生丰产用材林的建设布局、建设主要内容和任务、建设工作重点、建设进度、效益评价、保障措施等,对 5 年(2011—2015 年)广西桉树发展起到了重要作用。但从长远考虑,从促进各地桉树产业发展着想,广西还应做好以下两个规划:一是“十三五”(甚至更长时期)广西桉树人工林发展规划;二是广西各地(市、县、乡、村),要根据自治区的“总规划”,再结合各地的具体情况,制定各地桉树种植 5a、10a(或更长时期)发展规划。只有这样,才能做到胸中有数、有的放矢。

(2) 合理布局

根据桉树的生态特性及近年受灾情况,并综合考虑广西各地的地理属性、气候条件、生态区位、自然灾害、土地石漠化程度等因素,确定广西桉树种植的“主栽区”和“选择区”。(1) 广西桉树种植的“主栽区”:主要是红水河、西江以南地区,包括北海、钦州、防城港、南宁、玉林等 5 市,以及梧州市岑溪县和万秀区、苍梧、藤县 3 县(区)南部,贵港市港南、港北、覃塘、平南和桂平 2 县(市)南部,来宾市武宣、兴宾 2 县(区)南部,百色市田东、平果、田阳、右江区,崇左市江洲、扶绥和宁明。该区北回归线横穿中部,属亚热带和北热带季风气候区,年均温度 20—22℃,≥10℃ 的年积温 7000—8000℃,太阳辐射每高达 105×4.813—125×4.813 kJ/cm²,仅次于海南岛的光热资源丰富地区;年降雨量 1200—2000 mm,比全国平均降雨量高 1.5—3 倍,年平均无霜期 340 d,是营造桉树主要产区。(2) 广西桉树种植的“选择区”:分布于红水河、西江以北地区,包括合山、象州、柳江,以及武宣、兴宾、桂平、平南、藤县、苍梧、万秀

等 8 县(市、区)北部,柳城、鹿寨、八步、昭平等 4 县南部。该区位于亚热带向中亚热带过渡地区,年均气温 20—21℃, $\geq 10^\circ\text{C}$ 的有效积温 5500—7000℃, 太阳辐射热量 $85 \times 4.813 - 105 \times 4.813 \text{ kJ/cm}^2$; 年降雨量 1300—1800 mm, 在全国属于多雨中心区域, 年平均无霜期 300—330 d, 灾害天气有寒害、冻害。由于该区大部分霜期天数 5—10 d, 易受低温天气的影响, 在林地选择上, 选择海拔 500 m 以下, 避风且地势较为开阔的林地, 发展桉树品种上要有选择一些比较耐寒、抗逆性强的品种^[35]。

(3) 优化结构

引入其他生态林种, 改善水分循环, 解决生态问题。从当前广西桉树种植的总体状况看, 存在着桉树林龄一致、品种单一、结构简单的问题, 由此导致系统抗逆性低、稳定性差, 极易遭受各种自然灾害的危害, 影响系统生产力。从维护系统稳定性和提高系统生产力角度, 必须调整、优化桉树人工林的种植结构和模式, 如实行多品种搭配、多树种结合、多模式复合(如“桉树+木薯”、“桉树+甘蔗”、“桉树+花生”、“桉树+柱花草”、“桉树+山毛豆”、“桉树+桂牧 1 号”、“桉树+扶芳藤”、“桉树+金银花”、“桉树+鸡骨草”等桉树间作模式^[36]), 增加生物多样性, 从而提高桉树林的综合效益, 增强系统的可持续发展能力。

(4) 产业带动

桉树人工林的大发展, 必须与产业结合, 通过产业带动, 走产业化之路。鼓励发展以桉树中大径材人工林为原料的高附加值木材加工业, 适当延长桉树人工林的轮伐期, 稳定桉树林生态系统, 提升系统稳定性和生态环境效益。

(5) 改善条件

要千方百计改善全区桉树人工林的生长发育条件, 要通过实行机械化、合理施肥、保护性耕作、间混套作、立体种植、多层次复合, 以及防灾减灾等各种措施, 既改善桉树生长的大环境, 又优化桉树生长的小环境和局部环境, 从而提高桉树的生长速度和系统可持续发展能力。

(6) 发展科技

“科学技术是第一生产力。”广西在桉树研究领域处于国内领先地位, 不仅建立了我国乃至亚洲最大的桉树基因库, 还培育出多个桉树优良新品种和

优良无性系。其中广西林业科学院培育出来的“广林 9 号”等优良无性系生长速度快, 抗逆性强, 已成为桉树人工林的主栽品种。另外, 广西还取得多项桉树科技成果, 位居全国前列。但从占据世界桉树科技“制高点”的战略高度出发, 广西还必须更进一步重视发展桉树科技。要通过增加科技投入、培养科技人才、加强桉树科技的国内和国际合作等途径, 进一步提高广西桉树科技水平。

References:

- [1] Huang H Y, Zhao C J, Jiang X J, Li D W. Study on insect diversity in *Eucalypt* plantations. *Guangxi Forestry Science*, 2011, 40(4): 292-295, 299-299.
- [2] Qi S X. The *Eucalytus* Tree in China. Beijing: China Forestry Publishing House, 1989.
- [3] Xu J M, Bai J Y, Lu Z H. Some sustainable strategies of improvement and breeding for *Eucalyptus* tree species in southern China. *Forest Research*, 2001, 14(6): 587-594.
- [4] Xiang D Y, Chen J B, Ye L, Shen W H. Current situation, problems and solutions of *Eucalyptus* plantation in Guangxi. *Guangxi Forestry Science*, 2006, 35(4): 195-201.
- [5] Xiang D Y, Zheng B, Zhou W, Shen W H. Overview of breeding research of *Eucalyptus* plantation in Guangxi. *Guangxi Forestry Science*, 1999, 28(2): 71-80, 91-91.
- [6] Peng Z X. History and development prospects of introduction of *Eucalyptus* in China. *Hunan Forestry Science & Technology*, 1987, (3): 24-27.
- [7] Turnbull J W. The *Eucalytus* Tree in China. *Guangdong Paper*, 1984, (2): 22-29, 11-11.
- [8] Huang G Y, Jiang W Y, Wu T Z. Current situation and solutions of *Eucalyptus* plantation in Guangxi. *Science & Technology Information*, 2008, (29): 305-307.
- [9] Chen Y A. Study of development on *Eucalypt* plantations in Guangxi. *Economic and Social Development*, 2006, 4(10): 93-95.
- [10] Xiang D Y. Strategy of sustainable development about *Eucalyptus* plantation in Guangxi in the new century. *Guangxi Forestry Science*, 2002, 31(3): 114-121.
- [11] Huang Y P. *Eucalyptus* industrial development is imperative. *China Wood-based Panels Magazine*, 2008, (10): 40-41.
- [12] Shao G F, Li C G. Theory of tree manure forest market: reasonablility and necessity. *Forestry Economics*, 2010, (8): 113-115.
- [13] Wang H W. Current situation and strategies of *Eucalyptus* plantation in Guangxi. *Guangxi Tropical Agriculture*, 2002, (3): 49-50.
- [14] Xiang D Y, Chen J B, Liu J, Ye L. Status and prospects of

- resources and timber processing about *Eucalyptus* plantation in Guangxi. Guangxi Forestry Science, 2008, 37(4): 175-178.
- [15] Cao J Z, Nong B C, Tang L M, Zhang J C, Ma F. Research and evaluation on fertilizer application technology *Eucalyptus* plantations. Guangxi Forestry Science, 2010, 39(3): 136-139.
- [16] Pan X H. Effects of large-scale cultivation of *eucalyptus* plantation on ecology. Jilin Agriculture, 2012, (8): 183-183, 61-61.
- [17] Wei J C. Guangxi planted a wide range of Eucalypt plantations during 12-year observation. Guangxi Daily, 2011-11-23.
- [18] Xie C W. Eucalypt plantations makes Guangxi region to become the country's largest wood production. Guangxi Daily, 2012-01-20.
- [19] Huang Z P. Effects of *Eucalyptus* plantations on the ecological environment in Guangxi. Journal of Hebei Forestry Science and Technology, 2011, (2): 44-46, 55-55.
- [20] Yuan L. Eucalyptus of China in Guangxi. Guangxi Daily, 2011-12-22, 15th Edition.
- [21] Wen Y G. The Ecological, Social Issues and Scientific Development of *Eucalyptus* Plantations. Beijing: China Forestry Publishing House, 2008.
- [22] Xiong H M. Guangxi built the Asia's largest eucalyptus gene pool. Xinhua Net, 2011-05-19.
- [23] Huang Z W. Exploration of ecological issues and development ideas on *Eucalyptus* plantations. Xiandai Horticulture, 2012, (12): 17-17.
- [24] Huang C B. The research status and sustainable development countermeasures of *Eucalyptus* ecological environment problems. Eucalypt Science & Technology, 2012, 29(3): 44-47.
- [25] Pang Z H. Discussions of eucalyptus plantation on the ecological problems. Guangxi Forestry, 2008, (5): 26-29.
- [26] Luo X L, Fan W J, Yang X, Zeng W D. The study on the water and soil loss in different vegetations. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2013, 29(29): 162-165.
- [27] Tan Y N. Research status and evaluation of *Eucalyptus* plantations on soil fertility in Guangxi coastal. Guangxi Forestry Science, 2008, 37(2): 88-91.
- [28] Yang S D, Wu J, Tan H W, Liu Y X, Xiong L M, Zhou L Q, Xie R L, Huang G Q, Zhao Q G. Variation of soil fertility in *Eucalyptus robusta* plantations after controlled burning in the red soil region and its ecological evaluation. Acta Ecologica Sinica, 2013, 33(24): 7788-7797.
- [29] Wen Y G, Liu S R, Chen F. Effects of continuous cropping on understorey species diversity in *Eucalypt* plantations. Chinese Journal of Applied Ecology, 2005, 16(9): 1667-1671.
- [30] Nong X X. Guangxi has achieved important results of understorey plant diversity in fast-growing eucalyptus plantations. Xinhua Net in Guangxi, 2005-05-24.
- [31] Song X C, Tang J, Tan Q Y, Pan B, He Y H. Water body monitoring and evaluation of *Eucalypt* plantations in Guangxi. Guangxi Forestry Science, 2011, 40(4): 274-276, 291-291.
- [32] Li G Y. The occurrence and prevention strategies on *Eucalyptus* pest in Guangxi. Guangxi Forestry Science, 2006, 35(4): 285-288.
- [33] Chen C Z, Jiang X J, Wu Y J. The survey of species, distribution and damage on termites of *Eucalyptus* young forest in Guangxi. Guangxi Plant Protection, 2010, 23(1): 7-8.
- [34] National Bureau of Statistics of the People's Republic of China. China Statistical Yearbook- 2013. Beijing: China Statistics Press, 2013.
- [35] *Eucalyptus* of fast growing timber in the 12th five-year plan. Guangxi Forestry Department, 2012-06-20.
- [36] Liu X, Jiang Y, Hou Y R, Cao Y Y, Huang R L. The typical design and construction techniques of complex business model in *Eucalyptus* plantation. Guangxi Forestry Science, 2010, 39(3): 147-151.

参考文献:

- [1] 黄华艳, 赵程劼, 蒋学建, 李德伟. 桉树人工林昆虫多样性研究. 广西林业科学, 2011, 40(4): 292-295, 299-299.
- [2] 祁述雄. 中国桉树. 北京: 中国林业出版社, 1989.
- [3] 徐建民, 白嘉雨, 陆钊华. 华南地区桉树可持续遗传改良与育种策略. 林业科学研究, 2001, 14(6): 587-594.
- [4] 项东云, 陈健波, 叶露, 申文辉. 广西桉树人工林发展现状、问题与对策. 广西林业科学, 2006, 35(4): 195-201.
- [5] 项东云, 郑白, 周维, 申文辉. 广西桉树育种研究概述. 广西林业科学, 1999, 28(2): 71-80, 91-91.
- [6] 彭子先. 我国引种桉树的历史沿革现状及发展前景. 湖南林业科技, 1987, (3): 24-27.
- [7] 汤恩布尔 J W. 桉树在中国. 广东造纸, 1984, (2): 22-29, 11-11.
- [8] 黄桂英, 蒋文艳, 吴庭芝. 广西桉树人工林发展现状及对策探析. 科技信息, 2008, (29): 305-307.
- [9] 陈邕安. 广西桉树人工林发展研究. 经济与社会发展, 2006, 4(10): 93-95.
- [10] 项东云. 新世纪广西桉树人工林可持续发展策略讨论. 广西林业科学, 2002, 31(3): 114-121.
- [11] 黄永平. 发展桉树产业势在必行. 中国人造板, 2008, (10): 40-41.
- [12] 邵国凡, 李春干. 试论林木市场成熟理论的合理性和必要性-以广西桉树人工林为例. 林业经济, 2010, (8): 113-115.
- [13] 王辉武. 广西桉树生产现状和对策. 广西热带农业, 2002, (3): 49-50.
- [14] 项东云, 陈健波, 刘建, 叶露. 广西桉树资源和木材加工现状与产业发展前景. 广西林业科学, 2008, 37(4): 175-178.
- [15] 曹继钊, 农必昌, 唐黎明, 张家昌, 马涪. 广西桉树人工林配方施肥技术应用示范效益研究与评价. 广西林业科学, 2010, 39(3): 136-139.
- [16] 潘秀湖. 大面积种植桉树对生态的影响研究. 吉林农业,

- 2012, (8): 183-183, 61-61.
- [17] 韦继川. 广西大面积种植速丰桉 12 年观察. 广西日报, 2011-11-23.
- [18] 谢彩文. 速丰桉让广西成为全国最大产木区. 广西日报, 2012-01-20.
- [19] 黄昭平. 广西桉树人工林种植情况及其对生态环境的影响. 河北林业科技, 2011, (2): 44-46, 55-55.
- [20] 袁琳. 中国桉树看广西. 广西日报, 2011-12-22, 第 015 版.
- [21] 温远光. 桉树生态、社会问题与科学发展. 北京: 中国林业出版社, 2008.
- [22] 熊红明. 广西建成亚洲最大桉树基因库. 新华网, 2011-05-19.
- [23] 黄自伟. 桉树人工林生态问题及发展思路探究. 现代园艺, 2012, (12): 17-17.
- [24] 黄承标. 桉树生态环境问题的研究现状及其可持续发展对策. 桉树科技, 2012, 29(3): 44-47.
- [25] 庞正轰. 关于桉树人工林生态问题的讨论. 广西林业, 2008, (5): 26-29.
- [26] 罗兴录, 樊吴静, 杨鑫, 曾文丹. 不同植被下水土流失研究. 中国农学通报, 2013, 29(29): 162-165.
- [27] 覃延南. 广西沿海地区桉树林地土壤养分现状与评价. 广西林业科学, 2008, 37(2): 88-91.
- [28] 杨尚东, 吴俊, 谭宏伟, 刘永贤, 熊柳梅, 周柳强, 谢如林, 黄国勤, 赵其国. 红壤区桉树人工林炼山后土壤肥力变化及其生态评价. 生态学报, 2013, 33(24): 7788-7797.
- [29] 温远光, 刘世荣, 陈放. 连栽对桉树人工林下物种多样性的影响. 应用生态学报, 2005, 16(9): 1667-1671.
- [30] 农学熙. 广西对速生桉林下植物多样性研究取得重要成果. 新华网广西频道, 2005-05-24.
- [31] 宋贤冲, 唐健, 覃其云, 潘波, 何应会. 广西桉树造林区水体监测与评价. 广西林业科学, 2011, 40(4): 274-276, 291-291.
- [32] 李贵玉. 广西桉树病虫害发生现状及防治策略. 广西林业科学, 2006, 35(4): 285-288.
- [33] 陈崇征, 蒋学建, 吴耀军. 广西桉树幼林白蚁种类、分布及危害调查. 广西植保, 2010, 23(1): 7-8.
- [34] 中华人民共和国国家统计局. 中国统计年鉴-2013. 北京: 中国统计出版社, 2013.
- [35] 广西桉树速生丰产用材林“十二五”发展规划. 广西壮族自治区林业厅, 2012-06-20.
- [36] 刘秀, 蒋焱, 侯远瑞, 曹艳云, 黄荣林. 桉树人工林复合经营模式典型设计及营建技术. 广西林业科学, 2010, 39(3): 147-151.