

# 红豆树研究



红豆树是中华历史文化长河中的一枝灿烂之花，

其积淀千年的深厚文化底蕴，

已渗透到文学艺术、工艺美术、

音乐文化、园林园艺、

宗教文化和民俗文化等领域，

凝聚成中华传统文化的精髓……

郑天汉 兰思仁 江希钊

著

中国林业出版社

# 红豆树研究



郑天汉 兰思仁 江希钿 著

中国林业出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

红豆树研究 / 郑天汉, 兰思仁, 江希钿著. —北京: 中国林业出版社, 2013. 12  
ISBN 978 - 7 - 5038 - 7299 - 0

I. ①红… II. ①郑… ②兰… ③江… III. ①红豆树 - 研究  
IV. ①S792. 99

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 299720 号

出版 中国林业出版社(100009 北京西城区刘海胡同 7 号)

电话 010 - 83229512

发行 中国林业出版社

印刷 北京中科印刷有限公司

版次 2013 年 12 月第 1 版

印次 2013 年 12 月第 1 次

开本 787mm × 1092mm, 1/16

印张 20 彩插 1.25

字数 470 千字

定价 80.00 元

红豆树 *Ormosia hosiei* 是中国特有树种，国家二级保护珍贵树种，《中国物种红色名录》中 VU 等级濒危树种，中国主要深色名贵硬木，高经济用材价值树种和国家战略资源之一；其树姿优雅清秀，种子鲜红艳丽，木材纹理美观，文化意涵深刻，聚集珍贵用材、庭园观赏、森林文化于一体，长期以来深受人民喜爱；在森林生态系统中它能与多种乔冠草和谐相处，构成具有生物多样性的稳定林型，发挥巨大的生态功能；唐代诗人王维“红豆生南国，春来发几枝，愿君多采撷，此物最相思”，诠释了红豆树古老文化习俗和厚重森林文化与人文文化的历史渊源，在古典家具、工艺木雕、建筑装饰装潢中也不乏精美的红豆树木材的传世之作，展示出红豆树的森林文化价值。

近代由于人口与经济急剧增长，木材的大量需求带来了森林资源的短缺，特别是珍贵树种资源被砍伐殆尽，甚至使得红豆树等珍贵木材到了一金难求的地步。因此，珍贵树种资源亟待恢复、重建和开发；另外，木材的短缺与急需使人们急功近利，几乎在所有的造林中，皆选择了单纯的速生树种，带来了木材市场材种单一、质量低下，更为重要的是速生纯林缺乏生物多样性，病虫害丛生，缺乏稳定性，生态效益低下，甚至全军覆没，教训惨痛！加快开发珍贵树种，



营建珍贵树种森林资源，已成为林业发展和生态建设的当务之急。

随着我国经济的快速发展和生活水平的提高，以珍贵用材为原料制作的高档家具和装饰装璜越来越受到青睐，社会对珍贵用材的需求日益高涨，国内珍贵用材树种严重不足，加速了种群萎缩和优良种质材料的灭失，潜在濒危性日益突出，国际上也存在类似问题，反对砍伐天然珍贵木材已成主流。我国是濒危野生动植物国际贸易公约和生物多样性公约的缔约国，保护中国濒危珍贵物种，开发建设珍贵树种人工林，不仅是履行国际义务，也是国家生态、经济、文化持续健康发展的自身需求。《红豆树研究》展示了我国在珍稀濒危动植物保育以及履行国际义务上不懈努力的一个缩影，还是福建切实保护珍稀濒危动植物和努力促进珍稀濒危动植物发展的代表之作，更是开发利用珍贵树种的科技支撑。特此，欣然作序。

著者持续 15 年如一日，对处于濒危状态的红豆树进行资源保育与栽培经营技术系列研究，在红豆树生物学特性、种群生态学特性、濒危机理揭示、种质资源内在关系规律、林木育种性状特征与规律、优树选择、子代遗传测定、育种群体构建与种质资源保育、结实规律与种子萌发机理、苗木培育与质量评价、栽培与病虫害防治，以及人工林单木模型、林分生长模型、经营密度模型、材积表、出材率表、生长率表、地位指数表等方面取得一系列最新技术成果，整体性技术集成和系统创新的特色明显。专著对于阐明红豆树的生物学和生态学理论，恢复重建红豆树森林资源，挖掘森林生态、经济与文化价值，构建产业链，促进发展所需的各项科技支撑，具有重要的理论和应用价值。

专著涉及森林景观与文化、植物生理与生态、林

木遗传育种与栽培经营等学科，成果丰硕，尤其把珍稀濒危植物的保育同社会文化、生态文化、经济发展相耦合，力求从森林文化提升为社会文化，再以社会文化来促进红豆树的保护与发展，思路清晰，时代感强。全书共分为 14 个篇章，结构严谨，内容丰富，资料翔实，依据充分，结论可靠，文字精炼，图文并茂，是当前红豆树研究的新颖成果。它的出版，对我国珍稀濒危植物研究、保护与利用具有引领作用，对林学、珍贵树种保育、森林景观学、林业管理等部门工作者、研究者和广大林农皆具有重要参考价值和指导作用。

中国工程院农业学部 主任  
中 国 工 程 院 院士

2013 年 12 月 26 日



# 前言

红豆树 *Ormosia hosiei*, 又名: 何氏红豆、鄂西红豆、江阴红豆, 为被子植物亚门双子叶植物纲蝶形花科红豆树属树种, 产于中国中部和华东地区; 乔木, 羽状复叶, 小叶长椭圆形, 圆锥花序, 花白色, 荚果扁平, 种子鲜红色。红豆树集珍贵用材、庭园观赏、景观文化于一体, 是国家二级保护的珍稀濒危植物和目前国内仅次于红木的最主要深色名贵硬木资源。随着古典家具文化的兴起, 社会对红豆树等珍贵树种用材的需求量越来越大, 市场价格越来越高, 资源供求矛盾日益突出。这一问题引起了福建、浙江、广东等省的高度重视, 近年来开始大力培育和推广红豆树, 但在现实生产中面临良种缺乏、开花结实规律不稳定、种群基因交流障碍、育苗和育林技术薄弱等瓶颈, 迫切需要对红豆树进行深入研究, 为生产实践提供指导。

福建是红豆树原生地之一, 人工栽培红豆树的历史可追溯到宋朝嘉祐元年 (1056 年); 20 世纪 60 年代中期, 福建曾在 20 余个国有林场系统布设红豆树科研试验林, 1975 年进一步将红豆树作为福建省主要珍贵乡土树种进行造林推广, 这为深入开展红豆树系统研究提供了珍贵资料, 奠定了重要基础。从 1999 年开始, 课题组组织力量对福建省红豆树资源进行本

底调查、育苗预试验、树种特性观察等，并在此基础上系统开展了红豆树优良种质选择、红豆树苗期施肥试验、种子催芽处理试验和育苗技术试验；2005年起在福建省科技厅“红豆树优良种质选择与栽培技术研究”项目的资助下，继续在全省系统布点开展红豆树栽培试验，进行红豆树优树子代测定、人工造林试验、混交林试验、景观树栽培试验及病虫害防治等方面的研究，并于2007年通过了福建省科技厅的阶段成果鉴定，研究成果达国内领先水平；此后，红豆树研究虽然历尽艰辛，但研究从未间断，已发表研究论文20余篇。

本书首次综合反映了福建50余年的红豆树研究成就，总结了著者及其科研团队15年来的研究成果。本书呈现了以下特点：一是有一定的创新性。首次运用遗传学、植物营养学、植物生理生态学、森林培育、景观生态学、园林学等学科知识，对处于濒危状态的红豆树进行系统研究，力争在红豆树濒危机理、种子萌发调控机制、无性繁殖生根技术、混交林配置技术等方面有所突破。二是有较强的系统性。以传承千年红豆树文化为起点，认真分析了红豆树的文化价值、野生种群质量评价与保护、生物学特性、生态学特性、优树选择、子代遗传测定和优良家系选择、苗期施肥效应、苗木培育配套技术、苗木质量评价技术、栽培与经营技术、林业数表编制、景观应用等，涉及文化、景观、种群生态、种苗学、栽培学、经营管理等学科。三是有较强的现实指导性。既力求全面反映作者在国内首次开展红豆树资源调查、收集和评价的成果，又主动对接现实生产需求，详细介绍了红豆树的人工栽培、珍贵用材林基地建设、景观林培育等实用技术。

本书凝聚着福建全省30余个国有林场（采育



场)、10余个国有林业苗圃、50余个县(市、区)林业局以及福建农林大学、福建林业职业技术学院、福建省林业科学研究院等140余位林业科研技术人员和一线生产员工的辛勤汗水和智慧;另外在本书写作过程中也参考和引用了国内外不少学者的文献与成果,在此一并致以诚挚感谢!

由于系统开展红豆树研究,涉及的学科较多,实践中所遇到的问题较为复杂,尽管我们尽了最大努力,但由于水平所限,疏误之处在所难免,谨祈读者不吝指正。

著者

2013年9月



序

前言

|                        |      |
|------------------------|------|
| <b>1 红豆树研究概述</b>       | (1)  |
| 1.1 红豆树造林历史            | (1)  |
| 1.2 红豆树研究历程            | (2)  |
| 1.3 主要研究内容             | (2)  |
| 1.4 主要技术特点             | (4)  |
| 1.5 红豆树研究的作用与影响        | (5)  |
| 1.6 红豆树研究展望            | (5)  |
| <b>2 红豆树的分布及其分类学地位</b> | (8)  |
| 2.1 红豆树的分布             | (8)  |
| 2.2 分类学地位              | (10) |
| 2.3 小结与讨论              | (11) |
| <b>3 红豆树生物学特征</b>      | (12) |
| 3.1 研究方法               | (12) |
| 3.2 红豆树生物学特征的观察结果      | (13) |
| 3.3 小结与讨论              | (19) |
| <b>4 红豆树生态学特性</b>      | (22) |
| 4.1 研究方法               | (22) |
| 4.2 结果与分析              | (26) |
| 4.3 小结与讨论              | (63) |



|           |                          |       |
|-----------|--------------------------|-------|
| <b>5</b>  | <b>红豆树种质多样性及主要育种性状特征</b> | (74)  |
| 5.1       | 材料来源                     | (74)  |
| 5.2       | 研究方法                     | (74)  |
| 5.3       | 结果与分析                    | (75)  |
| 5.4       | 小结与讨论                    | (86)  |
| <b>6</b>  | <b>红豆树优树选择与子代遗传测定</b>    | (88)  |
| 6.1       | 材料来源                     | (88)  |
| 6.2       | 研究方法                     | (89)  |
| 6.3       | 结果与分析                    | (91)  |
| 6.4       | 小结与讨论                    | (118) |
| <b>7</b>  | <b>红豆树古树资源调查与保护</b>      | (120) |
| 7.1       | 古树选择方法                   | (120) |
| 7.2       | 古树选择结果                   | (120) |
| <b>8</b>  | <b>红豆树野生种群质量评价与保护技术</b>  | (126) |
| 8.1       | 评价指标选择                   | (126) |
| 8.2       | 结果与分析                    | (127) |
| 8.3       | 小结与讨论                    | (132) |
| <b>9</b>  | <b>红豆树苗期施肥效应试验</b>       | (133) |
| 9.1       | 施肥试验设计                   | (133) |
| 9.2       | 研究方法                     | (135) |
| 9.3       | 结果与分析                    | (136) |
| 9.4       | 小结与讨论                    | (167) |
| <b>10</b> | <b>红豆树苗木培育配套技术</b>       | (170) |
| 10.1      | 材料来源                     | (170) |
| 10.2      | 研究方法                     | (170) |
| 10.3      | 结果与分析                    | (172) |
| 10.4      | 小结与讨论                    | (194) |
| <b>11</b> | <b>红豆树苗木质量评价技术研究</b>     | (197) |
| 11.1      | 研究方法                     | (197) |
| 11.2      | 苗木质量的主要评价指标选择            | (198) |
| 11.3      | 质量指标的计算与分析               | (200) |
| 11.4      | 小结与讨论                    | (205) |



|                            |       |
|----------------------------|-------|
| <b>12 红豆树栽培与经营技术</b> ..... | (206) |
| 12.1 材料与方法 .....           | (206) |
| 12.2 结果与分析 .....           | (208) |
| 12.3 小结与讨论 .....           | (243) |
| <b>13 红豆树林业数表编制</b> .....  | (248) |
| 13.1 材料来源 .....            | (248) |
| 13.2 研究方法 .....            | (248) |
| 13.3 建模结果与分析 .....         | (249) |
| 13.4 小结与讨论 .....           | (282) |
| <b>14 红豆树景观开发</b> .....    | (283) |
| 14.1 红豆树景观文化内涵 .....       | (283) |
| 14.2 红豆树林木景观 .....         | (287) |
| 14.3 红豆树木质景观 .....         | (288) |
| <b>参考文献</b> .....          | (297) |
| <b>后记</b> .....            | (303) |
| <b>彩插</b>                  |       |

# 红豆树研究概述

红豆树 *Ormosia hosiei* 是 Hemsl. et Wils 1906 年根据在我国采集的标本, 在邱园杂志上发表的新种, 为被子植物亚门双子叶植物纲蝶形花科红豆树属树种。红豆树又称鄂西红豆树, 福建民间俗称花梨木(三明、南平)、酸枝木(福州)、黑樟丝(泉州)、枪树(漳州华安)、相思子(古田)、相思树(宁德)、草花梨(莆田)、刨刀木(福州长乐)等。红豆树树高可达 40m, 胸径可达 200cm, 树冠开展, 枝叶茂密、浓绿, 木材坚硬, 木质优良, 是建筑、家具的优良用材。红豆树集珍贵用材、庭园观赏、景观文化于一体, 是国家二级保护珍稀濒危植物和目前国内仅次于红木的主要深色名贵硬木资源, 特别适宜非规划林地造林。

## 1.1 红豆树造林历史

福建开展红豆树人工栽培历史绵长, 民间相传宋朝嘉祐元年(1056 年)福州知州蔡襄在任期间, 曾大规模发动百姓种植。至今发现有历史记载的为《古田县志》: 明嘉靖六年(1527 年)知县周浩等大力提倡农民植树, 其中就栽有不少相思子(即红豆树); 民国二十四年至二十八年(1935 ~ 1939 年)在福建屏南谷口至平湖公路两侧及下古田北门等地栽植“总理纪念林”, 有马尾松、杉木、相思子等, 一些当年种植的红豆树至今尚在。目前, 福建常见红豆树巨木生长于古寺庙、古村落、古坟墓周边; 经确证, 福州晋安区日溪乡日溪村一株胸径 120.1cm 的红豆树古树, 种植于己亥年(明朝万历二十七年), 即公元 1599 年, 距今 410 余年; 福建古田县钱板村红豆树人工林分已达 350 年。福建省目前发现的最大红豆树, 胸径 241.9cm, 树高 28.8m, 冠幅 34m(南北)、25m(东西), 树冠庞大, 雄伟壮观。经林业专家考证, 该树堪称“八闽红豆树王”。该树生长在福安市溪柄镇楼下村, 位于全国重点文物保护单位——狮峰寺北向约 100m 处。1965 ~ 1966 年, 福建林业前辈在全省 20 余个国有林场系统布设红豆树科研试验林。1975 年红豆树确定为福建珍贵乡土树种的主攻树种, 在三明市莘口镇小湖林场召开珍贵用材树种造林现场会。



## 1.2 红豆树研究历程

红豆树研究课题始于1999年,历时15年。1999~2003年对福建省红豆树资源进行本底调查、育苗预试验、树种特性观察等。2004~2006年对红豆树天然林群落学特征、种群生态学特征、测树学内容等的调查,期间还系统开展红豆树优良种质选择、红豆树苗期施肥试验、种子催芽处理试验和育苗技术试验等。2006~2011年开展红豆树优树子代测定,人工造林试验、混交林试验、景观树栽培试验及病虫害防治研究等。2012~2013年完成数据分析与成果总结等。

## 1.3 主要研究内容

《红豆树研究》在生物学特性、种群生态学、种质资源内在关系规律、林木育种性状特征与规律、优良种质选择、子代遗传测定、育种群体构建以及种质资源保育、营造林技术等方面取得一系列成果。研究成果按其内容归纳如下。

### (1) 红豆树生态学特性

以福建省域为单位,大规模研究红豆树种质群落的相对密度、相对优势度、相对频度、相对高度、盖度比、频度比、密度比、重要值、总优势比、丰富度、多样性、优势度、聚集度、多度分布格局规律、生态位宽度、生态位重叠度、生态位相似比例、种间联结性等。分析了红豆树群落的结构、稳定性、演化趋势,测定了红豆树与群落中其他树种的种间关系,明晰和划分了红豆树正向联结种组和负向联结种组等。

### (2) 红豆树种质多样性及主要育种性状特征

调查红豆树种子、叶、树皮、树干、冠幅、主干分枝、侧枝分化、心材、心材率等自然类型多样性。测量了红豆树心材率、材积、胸径、树高、枝下高等数量指标以及枝粗系数、树干通直度系数、枝下高系数、冠长系数等形质指标,研究了13个林木性状间的关系和规律,建立了红豆树心材材积与胸径呈幂函数关系模型、心材直径与胸径呈直线关系模型、心材直径与树高呈对数关系模型、心材直径与冠长呈直线关系模型、心材直径比率与胸径呈自然对数函数关系模型。提出红豆树材用性优树选择技术评价指标等。

### (3) 红豆树优树选择与子代遗传测定

以福建省域为单位,全面调查红豆树的优树选择基本群体和选择红豆树优树77株,应用“多目标决策和集对分析原理”对优树选择效果进行比较与精选。红豆树优树子代遗传测定在8~9年生则有较突出遗传表现,家系间的心材率、胸径、树高、材积、枝下高等性状变异丰富,优树选择效应明显,子代遗传测定筛选出7个遗传增益达到15%的优良家系,为今后红豆树树种遗传改良奠定了良好的物质基础。

### (4) 红豆树育种群体构建与野生种群质量评价及其保护技术

创建了包括77株优树、174株国家级古树、11片共计266亩天然林群落、8片共计306亩人工林优良林分、优良种质收集区100亩、母树林1545亩等红豆树育种群体。提出多样性指数、优势度指数、红豆树生态位宽度等7项技术指标,综合评价红豆树野生群落

的保护现状与质量情况,研究发现红豆树野生种群萎缩的主要原因,制定了红豆树野生种质资源保育技术。

#### (5) 红豆树苗期施肥效应研究

通过红豆树苗期的氮肥、磷肥、钾肥  $L_9(3^4)$  田间正交试验研究,得出红豆树苗期生长的营养元素重要性序次为  $P \rightarrow N \rightarrow K$ ,得出氮、磷、钾的合适施用量比例为  $2.5:1:1.25$ ,发现不同施肥处理的地径、苗高的月生长动态,植株根、茎、叶的含水率月动态变化,发现不同施肥处理的呼吸速率、叶绿素 a、叶绿素 b、叶绿素 a 与叶绿素 b 比率、总叶绿素等植物生理效应情况,发现不同施肥处理植株根、茎、叶器官中全 P、全 K、全 N、全 C 的含量变化情况。探明不同土壤速效钾、有效磷、全磷、全钾、水解氮、pH 值、全 C、全 N 营养含量,对植株全 P、全 K、全 C、全 N、有机质含量以及苗高、地径、高径比、生物量的影响及其关系。

#### (6) 红豆树苗木培育配套技术

突破红豆树发芽障碍,变温浸种结合湿砂催芽效果最优,圃地发芽率可达 90.3%,克服机械破皮造成子叶、种胚损伤、病菌感染烂种,种子利用率比机械破皮提高 8.7%,圃地和容器苗芽苗移植的成活率可达到 99.2%。制定红豆树根瘤菌接种技术,探明根瘤对苗木主要器官生长效应、根瘤形成时间、根瘤数量与圃地土壤质量关系。阐明裸根苗培育的合理播种量、生长营养空间结构、合理密度结构,阐明容器苗最适容器规格与营养基质养分的最佳配比,阐明红豆树地径、苗高、总生物量生长节律,阐明不同区域红豆树适宜播种时间与原因。

#### (7) 制定红豆树苗木质量评价标准

1 年生裸根苗质量评价标准,按三因素的质量评价标准为:Ⅰ级苗的临界值,总鲜重  $\geq 56.9\text{g}$ ,地径  $\geq 0.98\text{cm}$ ,苗高  $\geq 43.0\text{cm}$ ;Ⅱ级苗的临界值,  $56.9\text{g} > \text{总鲜重} \geq 17.1\text{g}$ ,  $0.98\text{cm} > \text{地径} \geq 0.67\text{cm}$ ,  $43.0\text{cm} > \text{苗高} \geq 23.2\text{cm}$ ;Ⅲ级苗的临界值,  $17.1\text{g} > \text{总鲜重} \geq 11.9\text{g}$ ,  $0.67\text{cm} > \text{地径} \geq 0.56\text{cm}$ ,  $23.2\text{cm} > \text{苗高} \geq 16.9\text{cm}$ ;Ⅳ级苗的临界值,总鲜重  $< 11.9\text{g}$ ,地径  $< 0.56\text{cm}$ ,苗高  $< 16.9\text{cm}$ 。红豆树 1 年生裸根苗地径、苗高双指标质量等级标为:Ⅰ级苗的临界值,地径  $\geq 0.94\text{cm}$ ,苗高  $\geq 44.2\text{cm}$ ;Ⅱ级苗的临界值,  $0.94\text{cm} > \text{地径} \geq 0.67\text{cm}$ ,  $44.2\text{cm} > \text{苗高} \geq 22.1\text{cm}$ ;Ⅲ级苗的临界值,  $0.67\text{cm} > \text{地径} \geq 0.57\text{cm}$ ,  $22.1\text{cm} > \text{苗高} \geq 16.3\text{cm}$ ;Ⅳ级苗的临界值,地径  $< 0.57\text{cm}$ ,苗高  $< 16.3\text{cm}$ 。

#### (8) 红豆树栽培技术研究

系列开展红豆树造林时效、裸根苗分类造林效应、不同立地质量栽培效应、坡位效应、混交林效应、景观树培育、家系遗传测定、人工林不同基肥类型、施肥配比效应、病虫害类型及其防治试验等实践试验。探明红豆树造林应选择Ⅰ、Ⅱ级优良土壤立地质量和长坡中下部或短坡下部,裸根苗最佳造林时间在 2 月份至 3 月上旬,裸根苗二级苗造林效应最好且成活率达 98.5%,红豆树大树移植最佳时期在 12 月至翌年 2 月休眠期时的移植成活率为 96.7%,在其移植穴中灌水搅拌成浆后种植成活率可达 98.3%,以有机肥为基肥时应特别注意防治白蚂蚁,植后前三年宜侧方荫庇,修枝促干措施宜早不宜迟和宜生理萌动前修枝,幼林期应采取支架扶正主干。探明福建山地土壤的最优追肥配比为,有效含 N 量 46.5% 的尿素、 $P_2O_5$  含量 12% 的钙镁磷、有效含 K 量 60% 的氯酸钾配比为  $3.3:4:1$ ,年均



施肥量 0.5~0.75kg/株, 每年 2~3 次结合全垦进行; 探明红豆树与杉木混交林在幼林期混交比例以 4:1 最优、3:2 次之、2:1 较差、1:1 最差, 38 年生中龄林的林分总蓄积量以 1:1 混交最优、2:1 混交次之、3:1 混交较差。探明苗期白叶病、角斑病、膏药病等主要病虫害及防治措施, 明确幼林期堆砂蛀蛾、红蜘蛛、吹绵蚧、白蚂蚁、1 年生幼树易受老鼠咬断主干等主要危害及防治措施。在人工栽培获得成功的基础上, 经反复观测和试验对比, 筛选出切实可行的红豆树人工林优化栽培模式并推广应用。

### (9) 红豆树测树经营数表研制

建立红豆树单木生长模型, 明确材积、胸径、树高的数量成熟年龄分别为 52 年、32 年、26 年。构建了 39 年生红豆树人工林的平均材积模型、平均胸径模型、平均树高模型、平均株数模型、胸径总断面积、林分蓄积量模型, 可供红豆树林分生长动态预估。编制红豆树二元材积表、一元材积表、地径材积表、出材率表、单木二元材种出材率表、单木一元材种出材率表、材积生长率表、地位指数表编制等系列测树数表。

## 1.4 主要技术特点

红豆树研究课题组组织跨学科研究力量, 持续 15 年的调查观测和系列试验, 研究面广、内容多, 涉及森林生态学、森林培育学、遗传育种学、森林经理学、测树学、统计学和最优化方法等学科的理论和技术, 形成了理论基础扎实、技术方法成熟、实用价值高、具有多学科交叉特色的科研成果, 整体性创新和技术集成的特色突出。

纠正在林木选择育种中, 不注重主要性状特征、主要数量指标和形质指标的分析研究, 缺乏对林木性状特征的充分认识和把握的情况下, 就匆忙搞优树选择的不科学做法。以福建省域为单位, 大规模调查红豆树林木育种的基本群体和种质资源特点, 并在了解红豆树林学特性、林木数量指标与形质指标分化变异情况及其关系规律的基础上, 科学开展红豆树遗传育种研究, 育种目标明确地锁定在材用性遗传改良及其育种群体的构建。首先开展优良林分选择, 其次应用标准差选择法筛选优势木, 再开展优树表型选择、进而应用“多目标决策和集对分析原理”对优树进行比较与评价, 并在全率先开展优树子代遗传测定和优良家系选择。在红豆树野生种质资源保育技术研究中, 充分调查和研究福建全省的红豆树野生资源, 掌握红豆树种质资源群体结构、探明种内与种间关系及其规律、科学确定综合评价指标以及进行种质资源质量评价, 进而在弄清红豆树种群萎缩与退化原因的基础上, 科学制定保育技术。

系统开展红豆树种子催芽处理、苗木培育、施肥配比、根瘤与苗木生长效应、造林时效、裸根苗分类造林效应、不同立地质量栽培效应、坡位效应、混交林效应、景观树培育、人工林不同基肥类型和施肥配比效应、病虫害类型及其防治等内容的实践试验。在长期定点观测研究的基础上, 随着研究广度的拓展和深度的加深, 不断增加观测因子, 不仅取得了内容丰富、完整翔实且具有代表性的基础数据, 而且填补(或纠正)了红豆树生物学特性等多项研究空白。

该成果跨越 50 年, 承传 1965 年以来福建林业前辈对红豆树研究的未竟事业, 依托他们在福建 20 余个国有林场系统布设红豆树科研试验林为基础材料, 构建了红豆树单木生



长模型、林分生长动态模型,研创材积表、出材率、生长率表、地位指数表等系列测树数表。

## 1.5 红豆树研究的作用与影响

建立红豆树育种群体 2301 亩。其中:选择优树 77 株,确定国家级古树 174 株,确定野生种群保育区 11 片共计 350 亩,建立人工林优良林分 8 片共计 306 亩,建立优良种质收集区 100 亩,改建红豆树母树林 1545 亩。这些优良种质材料,对红豆树基因保存、遗传改良和开发、新品种培育、发展人工林等具有重要价值。

归纳总结的红豆树人工林栽培技术成熟实用,在福建省发展红豆树人工林,扩大分布区域的过程中,起到了重要的指导作用。项目组营造的红豆树人工林生长良好,在推广应用中起到了典型的示范作用,成为他人研究红豆树人工林的素材。

“多目标决策与集对分析原理”的优树评选方法、种群质量评价方法、种群保育技术、林业数表编制等最新技术,可应用于其他珍稀树种研究或参考借鉴。

构建红豆树人工林分生长动态模型和系列测树数表等,可为制定红豆树人工林经营方案提供科学依据。

红豆树研究成果在林业生产上具有广阔推广应用前景。在国家层面上,红豆树已纳入《关于构建我国木材安全保障体系的报告》(发改农经[2011]2086号)、《国家林业局关于编制全国木材战略储备生产基地规划有关问题的通知》(林规发[2001]107)、《全国木材战略储备基地建设规划》、《中国主要栽培珍贵树种参考名录》中的重点发展树种之一,已成为全国热门造林树种。在福建省,已在生产上推广应用多年,2006 年就把红豆树列为福建非规划造林地的三个重点发展树种之一,纳入林业经济发展计划,在林业经济政策和产业项目给予配套支持;2007 年以来,先后纳入《福建省第一批主要栽培珍贵树种参考名录》、《福建省国家木材战略储备生产基地建设规划(2011~2020 年)》、《2012 年福建省木材战略储备基地项目实施方案》、《福建省十二五林业发展专项规划》。该项目已支撑实施了福建省中央财政林业科技推广示范资金项目、福建省红豆树景观栽培示范项目、仙游珍贵树种红豆树种苗繁育推广示范项目、福建省红豆树人工林推广示范项目、福建省红豆树母树林改建项目、福建省种苗科技攻关项目、龙海市珍贵树种种质园建设项目、福建农林大学珍稀树种研究中心的研究项目、江苏无锡红豆树主题公园项目等 9 项,红豆树种子和培育的苗木已推广应用到江西、浙江、江苏,景观树已批量提供给苏州雅特园林绿化有限公司和推广应用到江苏、上海城乡园林绿化中,使濒临毁灭的红豆树这一珍稀阔叶树种群得到有效保护并不断扩大,取得显著的社会、经济、生态效益。

## 1.6 红豆树研究展望

目前,红豆树研究取得一定成效。在红豆树计测数表研究成果方面,主要有地位指数表、生长过程表、一元材积表、二元材积表、地径材积表、出材率表、收获表等。在红豆树生物学特性研究方面,本研究通过大区域、多点位、多龄级、多年份,定性、定点、定