



中国科协学科发展研究系列报告
中国科学技术协会 / 主编

2016—2017

林业科学 学科发展报告

中国林学会 | 编著

REPORT ON ADVANCES IN
FOREST SCIENCE

海外借

 中国科学技术出版社
CHINA SCIENCE AND TECHNOLOGY PRESS



中国科协学科发展研究系列报告
中国科学技术协会 主编

2016—2017

林业科学 学科发展报告

中国林学会 | 编著

REPORT ON ADVANCES IN
FOREST SCIENCE

中国科学技术出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

2016—2017 林业科学学科发展报告 / 中国科学技术协会主编; 中国林学会编著. —北京: 中国科学技术出版社, 2018.3

(中国科协学科发展研究系列报告)

ISBN 978-7-5046-7935-2

I. ①2… II. ①中… ②中… III. ①林学—学科发展—研究报告—中国—2016—2017 IV. ①S7-12

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 041863 号

策划编辑	吕建华 许 慧
责任编辑	韩 颖
装帧设计	中文天地
责任校对	杨京华
责任印制	徐 飞

出 版	中国科学技术出版社
发 行	中国科学技术出版社发行部
地 址	北京市海淀区中关村南大街16号
邮 编	100081
发行电话	010-62173865
传 真	010-62179148
网 址	http://www.cspbooks.com.cn

开 本	787mm × 1092mm 1/16
字 数	348千字
印 张	14
版 次	2018年3月第1版
印 次	2018年8月第2次印刷
印 刷	北京盛通印刷股份有限公司
书 号	ISBN 978-7-5046-7935-2 / S · 716
定 价	70.00元

(凡购买本社图书, 如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责调换)



2016—2017

林业科学 学科发展报告

首席科学家 张守攻 杨传平 盛炜彤 陈幸良

顾问组成员 (按姓氏笔画排序)

王明麻 尹伟伦 李文华 李 坚 沈国舫
宋湛谦 张齐生 唐守正 曹福亮 蒋剑春

专家组成员 (按姓氏笔画排序)

王小艺 王立平 王军辉 王 妍 丰庆荣
尹昌君 叶建仁 卢孟柱 史作民 刘世荣
刘国强 苏晓华 李建安 李 莉 肖文发
何 英 迟德富 张永安 张会儒 张劲松
张建国 孟 平 施季森 贾黎明 郭明辉
黄立新 康向阳 梁 军 傅 峰 焦如珍
曾祥谓 谭晓风

学术秘书 李 莉 李 彦



党的十八大以来，以习近平同志为核心的党中央把科技创新摆在国家发展全局的核心位置，高度重视科技事业发展，我国科技事业取得举世瞩目的成就，科技创新水平加速迈向国际第一方阵。我国科技创新正在由跟跑为主转向更多领域并跑、领跑，成为全球瞩目的创新创业热土，新时代新征程对科技创新的战略需求前所未有。掌握学科发展态势和规律，明确学科发展的重点领域和方向，进一步优化科技资源配置，培育具有竞争新优势的战略支点和突破口，筹划学科布局，对我国创新体系建设具有重要意义。

2016年，中国科协组织了化学、昆虫学、心理学等30个全国学会，分别就其学科或领域的发展现状、国内外发展趋势、最新动态等进行了系统梳理，编写了30卷《学科发展报告（2016—2017）》，以及1卷《学科发展报告综合卷（2016—2017）》。从本次出版的学科发展报告可以看出，近两年来我国学科发展取得了长足的进步：我国在量子通信、天文学、超级计算机等领域处于并跑甚至领跑态势，生命科学、脑科学、物理学、数学、先进核能等诸多学科领域研究取得了丰硕成果，面向深海、深地、深空、深蓝领域的重大研究以“顶天立地”之态服务国家重大需求，医学、农业、计算机、电子信息、材料等诸多学科领域也取得长足的进步。

在这些喜人成绩的背后，仍然存在一些制约科技发展的问題，如学科发展前瞻性不强，学科在区域、机构、学科之间发展不平衡，学科平台建设重复、缺少统筹规划与监管，科技创新仍然面临体制机制障碍，学术和人才评价体系不够完善等。因此，迫切需要破除体制机制障碍、突出重大需求和问题导向、完善学科发展布局、加强人才队伍建设，以推动学科持续良性发展。

近年来，中国科协组织所属全国学会发挥各自优势，聚集全国高质量学术资源和优秀人才队伍，持续开展学科发展研究。从2006年开始，通过每两年对不同的学科（领域）分批次地开展学科发展研究，形成了具有重要学术价值和持久学术影响力的《中国科协学科发展研究系列报告》。截至2015年，中国科协已经先后组织110个全国学会，开展了220次学科发展研究，编辑出版系列学科发展报告220卷，有600余位中国科学院和中国工程院院士、约2万位专家学者参与学科发展研讨，8000余位专家执笔撰写学科发展报告，通过对学科整体发展态势、学术影响、国际合作、人才队伍建设、成果与动态等方面最新进展的梳理和分析，以及子学科领域国内外研究进展、子学科发展趋势与展望等的综述，提出了学科发展趋势和发展策略。因涉及学科众多、内容丰富、信息权威，不仅吸引了国内外科学界的广泛关注，更得到了国家有关决策部门的高度重视，为国家规划科技创新战略布局、制定学科发展路线图提供了重要参考。

十余年来，中国科协学科发展研究及发布已形成规模和特色，逐步形成了稳定的研究、编撰和服务管理团队。2016—2017学科发展报告凝聚了2000位专家的潜心研究成果。在此我衷心感谢各相关学会的大力支持！衷心感谢各学科专家的积极参与！衷心感谢编写组、出版社、秘书处等全体人员的努力与付出！同时希望中国科协及其所属全国学会进一步加强学科发展研究，建立我国学科发展研究支撑体系，为我国科技创新提供有效的决策依据与智力支持！

当今全球科技环境正处于发展、变革和调整的关键时期，科学技术事业从来没有像今天这样肩负着如此重大的社会使命，科学家也从来没有像今天这样肩负着如此重大的社会责任。我们要准确把握世界科技发展新趋势，树立创新自信，把握世界新一轮科技革命和产业变革大势，深入实施创新驱动发展战略，不断增强经济创新力和竞争力，加快建设创新型国家，为实现中华民族伟大复兴的中国梦提供强有力的科技支撑，为建成全面小康社会和创新型国家做出更大的贡献，交出一份无愧于新时代新使命、无愧于党和广大科技工作者的合格答卷！



2018年3月



为认真落实全国“科技三会”会议精神和实施创新驱动发展战略，促进林业科学学科发展和学术建设，提升林业科技自主创新能力，中国林学会于2016年承担了中国科学技术协会学科发展项目，组织广大林业专家编写《2016—2017林业科学学科发展报告》。

《2016—2017林业科学学科发展报告》围绕国家战略需求和学科发展定位，总结探索了林业科学学科发展脉络与规律，指出了我国林业科学学科未来发展趋势和研究方向，在学科平台建设、人才队伍培养、科学研究等诸多方面提出了建设性的意见，为林业科学学科发展提供了策略与对策，为专家学者了解林业科学学科的重大进展、前沿课题及发展趋势等提供引导与参考。

《2016—2017林业科学学科发展报告》是在中国科学技术协会指导下，由中国林学会精心组织完成的。中国林学会赵树丛理事长、陈幸良秘书长等有关领导对此报告高度重视，对工作进行了细致的部署，并进行了周密的策划和组织。根据林业科学学科及其分支学科领域进展实际情况和引领未来发展需要，编写组在专题研究深度和广度上进行了调整，确定了森林培育、林木遗传育种、木材科学与技术、林产化工、森林经理、森林生态、森林昆虫、森林病理、经济林、森林土壤、林业气象和林业史12个分支学科（领域）的专题研究。

按照中国科协统一部署和要求，中国林学会成立了以张守攻院士、杨传平教授、盛炜彤研究员、陈幸良研究员为首席科学家，沈国舫、王明庥、唐守正、李文华、宋湛谦、尹伟伦、李坚、曹福亮、蒋剑春、张齐生10位院士为顾问组成员，200余位教授、研究员组成的专家编写组，实现了院士和首席科学家牵头、教授和研究员编撰的工作方案。本报告分析了林业科

学学科发展趋势，提出了发展目标、战略需求及重点领域，形成的综合报告和专题报告对于我国林业科学学科的发展具有指导意义。参与编写的专家为编写本报告倾注了大量的心血，同时编写工作得到了中国科学技术协会的大力支持和关心，在此，一并致以衷心的感谢！

限于时间和水平，书中错误与疏漏之处在所难免，敬请林学专家和读者批评指正。

中国林学会
2017年12月

序 / 韩启德

前言 / 中国林学会

综合报告

林业科学学科发展报告 / 003

一、引言 / 003

二、近年来的重要研究进展 / 004

三、国内外研究进展比较 / 021

四、发展趋势及展望 / 029

参考文献 / 039

专题报告

森林培育 / 045

林木遗传育种 / 058

木材科学与技术 / 071

林产化工 / 084

森林经理 / 097

森林生态 / 110

森林昆虫 / 121

森林病理 / 132

经济林 / 142

森林土壤 / 159

林业气象 / 172

林业史 / 182



ABSTRACTS

Comprehensive Report

Advances in Forest Science / 195

Reports on Special Topics

Advances in Silviculture Discipline / 197

Advances in Forest Genetics and Tree Breeding / 198

Advances in Wood Science and Technology / 199

Advances in Chemistry of Forest Products / 200

Advances in Forest Management / 202

Advances in Forest Ecology / 203

Advances in Forest Entomology / 204

Advances in Forest Pathology / 205

Advances in Non-timber Forest Discipline / 206

Advances in Forest Soil Science / 207

Advances in Forest Meteorology / 208

Advances in Forest History / 209

索引 / 211



综合报告

林业科学学科发展报告

一、引言

林业是经济社会可持续发展的基础，肩负着维护生态安全、改善民生福祉、促进绿色发展的使命。随着经济社会的转型发展，林业在应对气候变化、防治水土流失和荒漠化、维护生物多样性、促进改善民生等方面的作用日益凸显。经过多年努力，我国已连续多年实现森林面积和蓄积双增长，人工林面积稳居世界第一。但林业仍然是国家建设中的薄弱环节，林业现代化建设任重道远。党的十八大以来，党中央、国务院更加重视林业，习近平总书记对生态文明建设和林业改革发展做出了一系列重要指示，特别指出林业建设是事关经济社会可持续发展的根本性问题。在中央财经领导小组第十二次会议上，习近平总书记强调，森林关系国家生态安全，要加强森林生态安全建设，着力推进国土绿化，着力提高森林质量，着力开展森林城市建设，着力建设国家公园。党的十九大提出了习近平新时代中国特色社会主义思想，强调生态文明建设是“中华民族永续发展的千年大计”，提出“要坚持人与自然和谐共生，要像对待生命一样对待生态环境”“我们要建设的现代化是人与自然和谐共生的现代化，既要创造更多物质财富和精神财富以满足人民日益增长的美好生活需要，也要提供更多优质生态产品以满足人民日益增长的优美生态环境需要。”

林业科学学科主要是以森林生态系统和木本植物为研究对象，揭示其生物学现象的本质和规律，研究森林资源的培育、保护、经营、管理和利用等的学科。百年来，林业学科发展历程证明其在我国社会、经济发展中占有极其重要和不可或缺的地位。林业科学学科发展不仅显著推动林业的科技进步，为林业发展提供了大批高素质的从业人员，也为国家社会经济宏观决策提供了重要科学依据。

随着社会经济水平提升和世界科学技术不断发展，林业科学学科发展迅速，各领域的基础理论和应用研究均呈现向纵深发展，各分支学科间以及林业科学与其他相关学科的联系更加紧密，学科交叉与融合更加显现，从单一学科的问题诊断向多学科知识和方法的

综合应用转变。研究领域和研究内容不断扩展,从单项研究向综合集成转变,对社会经济发展的促进更加显著。林业科学学科的研究方法不断革新,从静态分析向动态过程分析转变,从单一数据源向多源数据转变。同时,林业科学研究紧密围绕新时代生态文明建设、全面建成小康社会和乡村振兴等国家战略,加强原始创新,瞄准林木良种培育、特色经济林培育与绿色加工、木竹产业转型升级、林业特色资源开发利用、生物基材料与生物质能源开发等与新兴产业密切相关的关键技术领域,协同攻关,力求突破、取得自主知识产权成果、增强自主发展能力,为生态文明建设和产业转型升级提供动力和科技支撑。

《2016—2017 林业科学学科发展报告》是在 2006—2007、2008—2009 两轮林业科学学科发展研究的基础上进行的,是近年林业科学学科发展研究进展与成果的集中体现。在《2006—2007 林业科学学科发展报告》中,选择了森林生态、森林土壤、森林植物、林木遗传育种、森林培育、森林经理、森林保护、园林植物与观赏园艺、木材科学与技术、林产化学、水土保持与荒漠化防治、林业经济管理、城市林业 13 个分支学科(领域)进行专题研究。在《2008—2009 林业科学学科发展报告》中,选择了森林生态、林木遗传、林木育种、森林病理、森林昆虫、森林防火、野生动物保护与利用、经济林、林业经济管理 9 个分支学科(领域)进行专题研究。《2016—2017 林业科学学科发展报告》根据林业科学学科及其分支学科(领域)的进展以及未来学科发展趋势,确定了森林培育、林木遗传育种、木材科学与技术、林产化工、森林经理、森林生态、森林昆虫、森林病理、经济林、森林土壤、林业气象和林业史 12 个分支学科(领域)专题研究,基本覆盖了林业科学主要分支学科(领域)。

经过多年的快速发展,我国林业科学学科及分支学科已初步形成了门类比较齐全的学科体系,并产生了新理论、新方法、新技术,涌现出一些新思路、新观点、新亮点,在一些领域已接近或达到世界先进水平。然而,从林业科学学科整体发展水平来看,我国与林业发达国家比较还有较大差距和不足。林业科学学科的发展和研究水平的提升,要以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导,坚持“创新、协调、绿色、开放、共享”发展理念,按照“四个着力”发展要求,落实创新驱动发展战略,深化科技体制改革,加强自主创新能力和创新队伍建设,加快林业科学重点实验室和基地平台建设,积极推进国际双边和多边的交流与合作,增强科技供给能力,加快成果转移转化,为推进林业现代化、全面建成小康社会和建设生态文明提供强有力支撑。

二、近年来的重要研究进展

(一) 森林培育

1. 基础研究

在遗传、立地、植被、地力和结构等森林培育“五大控制”机理研究方面取得新进

展，为人工林高效培育提供理论基础。开展了抗旱、抗盐碱、抗寒等抗逆栽培生理生化机理研究，在抗逆功能基因的筛选与表达、树木耗水机制、逆境抵御生化物质作用规律等方面取得突破。研究了苗木养分加载及其秋季施肥机理，探索了与造林时苗木质量控制间的关系。从养分循环、化感作用等方面揭示了杉木、杨树、桉树、落叶松等人工林地力可持续维持机制。探索了毛白杨、欧美杨用材林吸收根系分布及对林地水养运移的响应，为林地水肥管理奠定了坚实基础。在混交林树种间养分互补利用和互补转移、化感作用及其浓度效应等机理研究方面取得明显进展，提出混交林树种间“作用链”理论。在植物种群合理密度理论方面取得创新成果，在杉木人工林密度效应方面论证了“ $3/2$ 幂法则”。筛选出天然林角尺度、大小比、混交度等森林结构分析指标，对森林结构及其林木个体间相互影响机制实现精准描述，为森林结构化经营奠定了基础。

2. 种苗培育

体细胞胚发生技术取得突破，建立了杉木、杂交鹅掌楸、落叶松、云杉等重要用材树种诱导发生率高、同步性好的体细胞胚胎发生技术体系。研发了网袋和轻基质自动装填生产线，实现了容器苗规模化生产，降低了育苗成本，提高了苗木质量。在困难立地苗木繁育技术方面，侧重干旱区设施育苗技术、退耕还林高寒山区抗逆性植物材料繁育、西南困难立地抗逆性优良乔灌木树种选择及快繁等。构建了以延长光照为主导的光温水肥综合调控强化育苗技术体系，建立了主要云杉属树种规模化无性扩繁和体胚增殖体系，并创新性地提出了云杉体胚干化处理方法。

3. 森林营造

我国人工林面积 69.33 万平方千米，继续保持世界第一，人工林培育中遗传控制、立地控制、植被控制、地力控制、结构控制“五大控制”的技术体系更加完善，并得到推广应用。人工林良种化正在实现，短周期培育的商品林如杨树（欧美 107 杨、三倍体毛白杨等）、桉树（尾巨桉、巨尾桉等系列良种）人工林实现了优良无性系造林，其他人工林（如日本落叶松、马尾松、云杉等）也都应用了优良种源和家系等良种，并进行了大面积推广。在盐碱地、石质山地、黄土高原、废弃矿山用地、沙荒地等困难立地条件植被恢复方面，结合物理改良、化学改良和生物改良等立地改良措施研究形成的整地技术取得成果，保障了困难立地造林的成效。开始关注人工林水肥管理的精确高效化，在毛白杨、欧美杨、桉树等重要速生用材林中初步实现了高效水肥管理。在杉木、杨树等人工林地力可持续维持技术、南北方混交林树种组合及营造技术方面继续进行创新实践。揭示了中国北方森林退化机理，并提出适应性恢复模式，建立了具有全新内涵的森林植被保护、恢复、重建和经营技术模式。系统研究了东南沿海山地典型森林群落退化特征，优化了自然演替与人工促进相结合的快速恢复方法，并制订了区域森林生态体系快速构建技术。

4. 森林抚育

森林抚育是指自幼林郁闭到林分成熟前的重要育林措施，涉及整个森林培育过程。最

近十几年,我国森林抚育和质量提升工作取得了重要进展。形成了基于林木分级和林木分类的两大森林抚育技术体系,发展了精准森林抚育技术和目标树抚育技术。北京市率先对中幼林进行抚育,形成了精准抚育技术体系并提出了16套生态公益林抚育技术备选模式,有力支撑了北京市生态公益林抚育工程。国家林业局下发《国家重点生态公益林中幼龄林抚育及低效林改造实施方案》,主要任务是对过纯和过密的国家重点生态公益林进行有效抚育和技术示范。人工混交林营建技术遵循森林生长发育自然规律理论,将针叶纯林人工改造为混交林,如在马尾松林下种植红锥、杉木林采伐后营建杉木与楠木混交林、应用针叶纯林中天然阔叶树更新,发展混交林。对人工林生态学基础、育林技术进行系统总结,提出了“中国人工林及其育林体系”,发展了中国特色近自然森林抚育经营理论与技术并开展积极实践。结构化森林经营是一种创新的森林经营理论和技术,以4株最近相邻木空间关系为基础,利用角尺度、大小比、混交度等精准分析森林结构,并在甘肃小陇山等地开展森林结构化经营的实践。

5. 林种培育

(1) 用材林。紧密围绕杉木、落叶松、杨树、桉树、马尾松、毛竹等我国几大主要用材树种的定向培育技术优化,在水分和养分精准管理等方面取得较大突破。开展了2个用材林基地建设重点工程,分别为重点地区速生丰产用材林基地建设工程(2002—2015)和全国木材战略储备生产基地建设工程(2013—2020年)。构建了落叶松遗传改良、良种繁育及定向培育一体化的技术支撑体系,分区提出了落叶松纸浆材速生丰产培育配套技术,提出了大中径材空间结构优化的优质干形培育配套技术。创建了良种与良法配套同步推广应用新模式,实现了杨树主栽区良种普遍升级换代。构建了竹资源高效培育关键技术体系,创新了经济和生态效益兼顾的林地耕作制度、配置模式和高抗性经营模式等竹林生态经营技术。同时,突破了马尾松纸浆材和建筑材林的培育技术体系。

(2) 防护林。在基于微地形分类的植被精准构建及配置技术、防护林衰退机制及改造模式、退耕还林技术及模式、碳汇林碳计量方法学及营造技术等方面取得很大进展。防护林完成了京津风沙源治理工程一期工程。形成了以高效持续发挥防护效能为目标的防护林经营理论和技术体系,建立了生态生物因子衰退早期诊断及防衰退、避风险技术体系,创立了多树种组成、多样化配置、多功能利用的衰退防护林更新改造系列模式。

(3) 能源林。在主要油料能源树种的良种选育、苗木生产、高效培育等方面以及木质能源林的短轮伐期矮林作业理论与技术上取得积极发展。出台了《全国林业生物质能发展规划(2011—2020)》。各地初步确立了原料林基地建设—生物质能源产品生产—林源高值化产品生产的“林能一体化”多联产产业链体系。截至2012年12月,建立并在国家备案了13个原料基地,规划面积共计0.37万 km^2 ,造林面积已达0.14万 km^2 。此外,选育出光皮树和油桐的高产新品种,研究形成了刺槐能源林矮林作业技术体系。

(4) 城市森林及风景游憩林。研究主要集中在风景游憩资源及风景游憩林类型划分,

不同尺度、不同季相林分景观质量评价及景观要素模型构建,我国特色森林景观视觉设计和管理途径,风景游憩林抚育技术、低效风景游憩林改造模式等领域。北京市从2012—2016年投入300多亿元营造了780 km²平原森林,并形成了首都平原百万亩造林科技支撑理论与技术体系。

(5) 珍贵树种培育。随着人工林研究的发展以及国家用材结构发展的需要,增加林产品的供给将珍贵树种培育放在了重要位置。2017年国家林业局颁布“中国主要栽培珍贵树种名录”共192个树种,其中红木类8个、常绿硬木类74个、落叶硬木类84个、针叶类26个。珍贵树种造林在全国迅速发展,从而对珍贵树种遗传改良、种苗培育、造林技术等开展了系统研究。

(二) 林木遗传育种

1. 林木基因组研究

现已完成胡杨、簸箕柳、毛竹、白桦等树种的全基因组测序。此外,泡桐、紫竹、桂竹、鹅掌楸、毛白杨、香樟、楸树、落叶松、沙棘、水曲柳、柞柳、茶花等树种全基因组测序工作已经展开。这些物种生命密码的破译,将使我国在树木基因组测序领域处于国际领先地位,可大大促进林木复杂性状的遗传解析,为林木遗传育种研究提供动力。

2. 林木性状调控机制

木材等重要性状形成分子基础解析取得重要突破。在树木生长、发育相关基因家族成员组成及其进化分析、基因在组织和发育时期的特异表达分析取得系列成果。分离了木材形成过程中的候选基因,揭示了参与形成层活动、木质部形成、细胞类型分化、细胞壁沉积及木质纤维合成的关键基因功能,阐释了其对最终产物木材产量和品质特性的影响;木材主要成分木质素合成机制研究进一步深入,揭示了其合成受蛋白磷酸化控制及复合体的参与,并建立了可定向定量预测木质素合成的酶动力学代谢流量模型;探究了柞柳等木本植物的抗逆机制,鉴定了一批与调控抗逆相关的转录因子和调控元件,为揭示林木抗逆的分子机制提供了重要物质条件。发展了利用基因组数据分析树木复杂性状遗传调控网络的新算法。上述研究成果为树木分子育种技术体系建立与发展奠定了坚实基础。

3. 林木分子技术

针对林木生长周期长、杂合度高、转化系统成熟度低等限制因素,创建了林木染色质免疫共沉淀技术、木质部原生质体转化系统,可以解析基因调控关系。在林木上成功应用了CRISPR/Cas9基因组DNA定向编辑技术,为分析基因在性状形成中的作用提供了手段;发展了木本植物的瞬时转化技术,可以快速鉴定抗逆相关基因。开发了以转录因子为中心的酵母单杂技术,可以确定转录因子所结合的顺式作用元件,从而解析相应基因的表达调控机制。利用上述技术结合组学技术,可以有效分析生物学过程所涉及的基因调控网络,确定性状的关键基因。