



油松、华北落叶松 良种选育实践与理论

Selection and Breeding of *Pinus tabulaeformis*
and *Larix principis-rupprechtii* : Practice and Theory

沈熙环◎主编



科学出版社

国家科学技术学术著作出版基金资助出版

油松、华北落叶松良种选育 实践与理论

Selection and Breeding of *Pinus tabulaeformis* and *Larix
principis-rupprechtii*: Practice and Theory

沈熙环 主编

科学出版社

北 京

内 容 简 介

20 世纪 80 年代初,沈熙环教授与团队成员一起,围绕提高油松和华北落叶松种子园种子产量和品质做了大量调查研究,比较坚实地奠定了这两个树种长期遗传改良的物质和理论基础。参加本项工作的成员有北京林业大学师生 30 多名以及河北、山西、陕西、河南、甘肃、辽宁、内蒙古等 20 多个单位上百名科技人员。本书反映了持续 30 多年研究这两个树种良种选育的成果。

本书以油松和华北落叶松良种选育工作为基础,分析了包括其他主要针叶树种在内的影响良种产量和品质的各种因素,探讨了林木良种选育的发展方向,原则、途径和模式,以及发展原则和途径。全书共分 5 篇,即林木良种基地与油松种子园建设,油松开花结实习性、球果败育与种子生产,影响生产优质种子因素分析与对策,林木良种选育策略及对油松的研究,华北落叶松良种选育,共 20 章,各章独立,又相互联系。本书主题鲜明,层次清晰,深入浅出,行文流畅简洁,结论源于实践,依据充分。

当前,国家正实施以生态建设为主的可持续林业发展战略,我国林木良种事业正面临新的发展机遇。本书不仅可直接用于指导油松、落叶松良种选育,同时对其他针叶树种工作也会有启迪。适合从事林木良种选育研究、生产和管理人员使用。

图书在版编目(CIP)数据

油松、华北落叶松良种选育实践与理论 / 沈熙环主编. —北京: 科学出版社, 2015

ISBN 978-7-03-042983-4

I. ①油… II. ①沈… III. ①油松—选择育种②落叶松—选择育种
IV. ①S791.254.04②S791.220.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 309899 号

责任编辑: 李 悦 孙 青 / 责任校对: 张凤琴
责任印制: 肖 兴 / 封面设计: 北京铭轩堂广告设计有限公司

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

中国科学院印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2015 年 2 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2015 年 2 月第一次印刷 印张: 22 1/2 插页 8

字数: 527 000

定价: 128.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

《油松、华北落叶松良种选育实践与理论》

编审人员名单

主 编 沈熙环

编 者（按编写章节顺序排序）

沈熙环 陈伯望 张华新 温俊宝

张润志 张冬梅 贾桂霞 杨俊明

审 校 钟伟华 王沙生 李镇宇 黄少伟

主 编 简 介

沈熙环，江苏常熟人。北京林业大学林木遗传育种学教授。中国林学会第十、第十一届理事，中国林学会林木遗传育种分会第四、五届主任委员，现任全国油松良种基地技术协作组组长，分会荣誉主任委员。1953年毕业于北京林学院，1979~1981年在瑞典农业大学和乌布萨拉植物生理研究所从事树木遗传改良和繁殖生理研究。

沈熙环曾主持“六五”、“七五”国家科技攻关“林木种子园”和“侧柏种源”项目、948“三北干旱区灌木引种选育技术”及林业部“油松良种推广”项目，参与“油松种子园父本分析和选择性受精研究”自然科学基金（2004年）、“性状早期预测”、“江西湿地松高产脂良种选育”等研究项目。培养硕士、博士、博士后和进修生30多名。在国内外发表论文100多篇；编著《林木育种学》高校教材，主编《种子园技术》、《种子园优质高产技术》、《亚洲太平洋地区林木遗传改良》（英文）、《灌木良种选育与利用》专著，并参与南京林业大学主编的《树木遗传育种》、《林木遗传育种》等著作。近10多年来主要组织、参与全国林木育种的学术活动，指导全国林木良种基地建设等。主要研究方向是林木育种策略、针叶树种遗传改良、种子园技术和灌木树种引进。

沈熙环曾获国家科技进步二等奖1项，林业部科技进步二等奖4项、三等奖多项；林业部教材一等奖；中国林学会2002年第四届梁希奖。曾对欧洲、美洲、大洋洲、亚洲等约30个国家进行过考察、合作科研、讲学，或参加国际学术讨论会。主持过“亚洲太平洋地区林木遗传育种”（1994年，北京）、“森林对环境条件改变的遗传反应”（1999年，德国）等国际学术讨论会，20世纪90年代曾被聘任为UNDP援华“南方松种子园”、“泡桐遗传改良”项目中方专家。2010年获国家林业局全国生态建设突出贡献奖——“林木种苗先进工作者”称号。

序 一

油松自然分布区广，是我国北方地区主要的用材、生态保护和绿化树种。华北落叶松耐低温、抗风、速生、材质优良，是华北地区营造速生丰产林和涵养水源的优良树种。选育这两个树种的良种，对促进区域现代林业建设具有重大意义。

沈熙环教授是我的大学同学，是我国著名的林木遗传育种学者和社会活动家。他作为中国林学会林木遗传育种分会主任委员、荣誉主任委员，卓有成效地组织和指导了全国的相关学术活动；作为国家林业局林木良种生产的咨询专家，积极建言献策，为调研和技术指导，他走遍了全国主要林木良种基地，为促进我国林木良种事业发展不懈努力；自 20 世纪 80 年代实施“六五”国家林木良种科技攻关，到 2012 年 6 月组建全国油松良种基地技术协作组任组长，30 多年以来，他组织并参与油松和华北落叶松良种研究和生产实践，积累了大量案例和数据，奠定了这两个树种今后发展的物质和技术基础。

他在该书中以这两个树种为基础，探讨了影响良种品质和产量的方方面面，其中，对种子园无性系开花结实性、种子园交配系统、油松短枝嫁接和华北落叶松插条技术、育种的一般模式和策略的探讨等，有深度，富有特色和创新，一些研究成果具有国际影响。

该书各章主题明确，相互又密切关联，表述简要流畅，论述有实例为佐证，是兼具学术和实用价值的优秀著作，适合从事林木良种研究、生产和管理人员阅读，不同人员会从中得到不同的收获和启迪。

沈国舫

中国工程院院士，北京林业大学教授

2014 年 3 月

序 二

林木种子园是林木良种繁育的主要形式，是林木育种系统中的重要组成部分。我国在 20 世纪 60 年代开始建设第一批种子园，80 年代是种子园发展的黄金时期，发展较快，奠定了我国主要造林树种良种建设的基础。当前，国家正实施以生态建设为主的可持续林业发展战略，大力发展林业产业，大幅度增加了林木良种建设的投入，林木种子园正面临新的发展机遇。该书的出版恰好为现有种子园的调整完善，新一轮种子园的建设提供了理论指导和技术支撑。

该书全面系统地总结了 30 多年来油松、华北落叶松良种选育的研究成果，是系统反映该领域成就的学术专著，内容涵盖了种子园建园技术、开花结实生物学、优质高产技术与高世代育种。该书在种子园亲本开花的不平衡性与稳定性、开花物候同步性、配子贡献与子代遗传组成、花粉传播、交配系统与父本贡献、建园亲本再选择等方面具有创造性见解。这种由长期定位观测积累数据所得出的结论，对良种选育理论与育种实践的发展弥足珍贵。

沈熙环教授长期从事林木育种的教学和科研工作，是我国著名的林木育种家，林木育种学科带头人，曾多届担任我国林木育种专业委员会正、副主任委员，为我国林木良种事业及育种人才培养倾注了毕生心血。沈熙环教授十分注重林木育种理论与实践的结合，强调理论对生产的指导作用，强调学风严谨，文风朴实，强调书籍和文章是让人看和读的，要让人能看得懂、读得通，做到喜闻乐见，真正能使基层林木育种工作者学有所用，学有所成，学有所乐，在林木育种事业和良种基地建设中发挥作用。

该书是沈熙环教授从事油松和华北落叶松良种选育的学术与实践总结，具有很高的理论及学术价值，对生产实践有重大指导意义，可供林木遗传育种研究、生产和管理人员参考使用。

蒋有绪
中国科学院院士
中国林业科学研究院研究员
2014 年 5 月

序 三

我和沈熙环教授从相识到知交已近半个世纪。他大学毕业后，留校任教。初期任苏联造林专家翻译，随后转入教学，改革开放初期，赴瑞典深造。他从事林木育种教学与研究半个多世纪，始终忠于职守，默默奉献，业绩卓著，桃李满天下，勤于笔耕，著作甚丰。已是耄耋之年，对事业仍锲而不舍，常奔走于政府—基层—学术团体之间，全心致力于我国林木良种建设的健康发展。

20世纪80年代初，科学技术部考虑林业生产发展的需要，接受中国林学会林木遗传育种专业委员会的建议，把林木良种选育列入国家科技攻关项目。沈熙环教授担任种子园营建技术研究课题的负责人，统筹、协调全国该课题研究工作。同时，主持北方树种油松和华北落叶松的专题研究。90年代至今，他先后担任中国林学会林木遗传育种分会副主任委员、主任委员、荣誉主任委员，以及国家林业局林木良种基地建设咨询专家等工作。《油松、华北落叶松良种选育实践与理论》一书，是上述研究与工作两个方面的成果，既是油松、华北落叶松良种选育技术专著，又是指导管理以种子园为核心的良种基地建设策略的著作，全书共五篇二十章。

第一篇的第四章，含全国和油松良种基地建设、优树选择、遗传资源收集保存、无性繁殖及无性系生长和形态研究。叙述了种子园的发展与成就，着重讨论了良种基地建设基本任务、发展目标、原则、基本要求、途径和方法。回顾了半个多世纪来种子园在推动林业生产发展、良种建设上所起的作用。他强调种子园不仅是良种繁殖途径，同时是良种选育的途径，完善了种子园的功能和作用，提升了种子园在常规育种中的地位。

第二、第三两篇共九章，主要介绍了油松的生殖生物学、开花结实物候学、花期同步性、花粉散播规律、不同群体的交配系统、父本分析研究成果，探讨了非随机交配现象、无性系球果产量与质量的差异、球果虫害及其控制；并另辟一章专门讨论选育过程中的中心环节——子代测定。上述方方面面都是良种选育、种子园营建管理和良种基地建设中最基础、最重要的工作，对无性系再选择、种子园去劣疏伐、种子园更新换代等起着决定性作用，是种子园产量与质量不断提高的保证。这部分涉及面广，内容多，方法和技术新，创造性地解决了一些难题，不少内容在国内是先进的，超前的，在国际上也为数不多。

发展油松良种选育的理论、模式与策略是第四篇的中心。首先全面地讨论了油松在有性繁殖下良种选育的发展与技术、育种资源的增加与完善、育种策略与计划的制订、选育途径与模式的确定、育种群体的构建与管理，以及多世代轮回选择等问题。上述程式是不断创造新的良种，持续发展育种工作不可缺少的环节，是目前国际上广泛重视的技术措施。其次，缩短育种周期，加速世代转换，对于提高选育工作效率，节省人力物力的重要性是众所周知的，该书以试验实例总结介绍了他们的经验。最后，油松分布范围广，适应性变异大，专设第十六章总结了油松生长、适应性和材质的地理变异规律。油松用途广，在优良立地条件适于培育用材林，在瘠薄山地造林可改善生态环境，还可

用于城镇美化绿化，花粉可用作保健食品。因此，油松可以考虑作为以有性繁殖为主
的良种选育的模式树种。

华北落叶松的选育模式不同于油松，可以将有性选育和无性选育结合起来，实现业
内人士所说的“有性创造，无性利用”。第五篇的四章，研究了华北落叶松的生殖生物
学、无性系开花结实特性、自交不孕与杂交可孕等问题，开发了经济实用的无性繁殖技
术，为顺利开展种内和种间杂交，不断提供新的育种资源，培育与高效生产更优良的
苗木创造了条件，以达到生产优良家系及发展无性系林业的目的。

总之，该书是在油松和华北落叶松良种选育研究 30 多年基础上，总结了我国以种
子园为中心的良好基地建设的经验和教训，并吸纳了世界林木育种的新成就写成的。该
书内容新颖、丰富、扎实，面向生产，面向实际，强调良种选育要为生产服务，并在生
产中发展。该书的出版，是我国林木遗传育种界的喜事，它将促进我国林木育种事业
的发展，提高林木育种学术水平。该书值得同仁一读，也是教师、学生、技术人员和管
理干部的优秀参考书。

钟伟华

华南农业大学林木遗传育种教授

中国林学会林木遗传育种分会荣誉委员

2014 年 3 月 1 日

序 四

油松是我国北方重要的用材和防护树种，用途极广。华北落叶松是华北地区营造速生丰产林和涵养水源的优良树种。对这两个树种的研究在“六五”、“七五”期间被列入了国家科技攻关林木良种选育课题，21世纪初也得到自然科学基金资助。30多年来，北京林业大学等大批专家和技术人员在沈熙环教授带领下参与了这两个树种的遗传改良研究及良种基地建设工作，全国现有国家级油松良种基地13个，2012年沈熙环教授又出任全国油松良种基地技术协作组组长。

沈熙环教授是我国林木遗传育种界的前辈，熟悉国内外林木育种的研究状况。该书以油松和华北落叶松选育工作为基础，深入调研国内外同行的工作并参阅了大量文献，以现代林木育种发展水平，总结和提升了自已的经验与做法，研讨了影响良种产量和品质的方方面面，提出了这两个树种良种的发展方向，并探讨了林木育种的一般模式、发展原则和途径。《油松、华北落叶松良种选育实践与理论》是理论研究与生产密切结合的产物，论述有深度和广度。

当前，国家正在实施以生态建设为主的可持续发展的林业发展战略，扩大造林面积，提高林分质量，发展林业产业，我国林木良种事业正面临新的发展机遇。该书不仅可直接用于指导油松、落叶松良种选育，同时对其他针叶树种工作也有很大的启迪作用，定会产生较大的经济和社会效益。该书主题鲜明，层次清晰，深入浅出，文字流畅，结论源于实践，依据充分。适于林木遗传育种研究、生产和管理人员参考使用。

杨传平

东北林业大学教授，校长

中国林学会林木遗传育种分会主任委员

2014年3月

前 言

20 世纪 30 年代, 丹麦 C. Syrach Larsen 先生提出从选择的优树上采穗, 通过嫁接建立种子园生产优质种子的理念。丹麦和瑞典是最先营造种子园的国家, 到 60 年代种子园遍及世界 5 大洲, 在重视人工造林的国家, 种子园已对林业生产做出了重要贡献。在生产实践中, 林木良种的生产方式也在改变, 已由用半同胞混合家系苗木, 发展到半同胞家系, 部分地区已经采用了双亲控制授粉种子, 甚至用优良家系子代的插条苗造林。我国自 60 年代开始营建杉木和湿地松种子园, 70 年代种子园工作逐步铺开, 80 年代兴旺发展, 迄今在南方个别省(自治区)对林业生产已产生了比较重要的影响。按现代种子园经营理念, 种子园不仅是提供大量优质种子的繁殖基地, 它本身又是由低级向高级发展的育种系统中的一个重要环节, 且可以按需要调整, 满足不同育种目标的需要。良种选育技术和理论在人工造林兴起中产生, 也是在为生产服务中提高, 良种选育的根本任务是不断提高良种水平, 满足生产越来越高的需求。

本书中所说的林木良种, 是指遗传品质得到不同程度提高的种子和插条繁殖材料; 涉及的选育技术仅限于选择、交配和遗传测定的内容, 即常规育种技术。不同树种生物学特性不同, 研究基础和进展有差别, 社会和经济条件也有差异, 采用何种选育和繁殖方式取决于树种特性、当地经济状况和社会条件、投入和产出状况, 也与技术进步有关。树木生长发育周期长, 决定了良种工作从开始投入到产出, 要经历比较长的过程; 工作要有继承性, 后续工作必须在前期繁殖材料和数据积累的基础上开展; 各地气候—立地条件不同, 林木良种的生产和推广要受到地域的限制, 推广前要做区域化试验, 了解繁殖材料与立地的交互作用; 育种工作不能一蹴而就, 实施前要做好准备; 良种是推陈出新的过程, 通过选择—交配—测定, 种子遗传品质会越来越好。长期性、继承性、地域性、超前性和持续发展, 是包括油松和落叶松在内的所有树种良种选育的共同特点。

油松 (*Pinus tabulaeformis* Carr.) 是我国北方 14 个省(自治区、直辖市)的重要乡土树种, 生态适生区约 300 万 km², 是我国华北、西北及东北部分地区的主要造林树种。油松的用途广, 选育目标多样, 在较好的立地, 可以培育工业用材林; 它耐干旱、贫瘠, 适应力强, 对维护国土生态安全具有特殊重要地位。华北落叶松 (*Larix principis-rupprechtii* Mayr) 主要分布在山西、河北等山地, 耐低温、抗风、速生、材质优良, 是华北地区营造速生丰产林和涵养水源林的优良树种。20 世纪 80 年代, “油松种子园营建和经营管理技术研究” 被列入“六五”、“七五”国家科技攻关专题, 由北京林业大学主持; 2004 年“油松种子园父本分析和选择性受精研究”项目获国家自然科学基金资助。“七五”期间华北落叶松课题由北京林业大学和河北省林业科学院共同主持。参加两个树种选育工作的有

20 多个单位上百名科技人员^①，本书内容体现了全体参与人员的辛勤劳动和功绩。

种子繁殖是迄今油松规模化造林的唯一方式，我们从种子园规划设计、优树资源搜集保存，编制育种资源数据库开发入手，研究了雌雄球花发育过程和空间分布、花期物候和同步性、花粉传播与外源花粉隔离、不同群体的交配系统、父本分析及非随机交配现象；雌雄球花保存率、球果和种子性状变异、辅助授粉、土壤管理、球果害虫及其防治；扦插和嫁接繁殖技术、无性系形态结构和生长生理反应；性状早期测定、提早开花结实、缩短育种周期；子代生长遗传测定；油松生长、适应性和材质性状的地理变异规律等方面的内容。对华北落叶松讨论了种内和种间可配性变异和杂种利用，同时研究了有性生殖解剖学过程、雌雄球花的分布特点、传粉生物学、无性系开花结实习性变异和选择利用。由于华北落叶松插条繁殖和远缘杂交有前景，着重探讨了采穗圃营建、嫩枝扦插，生根能力的变异和利用。30 多年来，为达到预定目标，我们坚持不懈，持续努力，在技术路线上始终贯穿了揭示并选择利用遗传变异的原则，对这两个树种良种选育理论的认识也有所提高，已经发表论文 100 余篇。研究成果用于指导良种生产，为主要针叶树种的长期遗传改良奠定了比较坚实的物质和理论基础。

本书总结了我们在油松和华北落叶松良种选育上做过的工作、成果、经验和教训，研讨了影响这两个树种良种产量和品质的因素及发展方向。笔者结合对国内外针叶树种良种选育工作的考察和阅读同行论著的体会，也论述了针叶树种良种发展方向、原则、途径和模式。全书共分 5 篇，即林木良种基地与油松种子园建设，油松开花结实习性、球果败育与种子生产，影响生产优质种子因素分析与对策，林木良种选育策略及对油松的研究，华北落叶松良种选育，共 20 章。各章独立，但又相互联系。

当前，国家实施以生态建设为主的林业可持续发展战略，扩大造林面积，提高林分质量，发展林业产业，对从事林木良种工作的同行既是挑战，也是大好机遇。林木良种事业方兴未艾，前景广阔，有待年青同仁发展和创新。为健康发展我国林业良种事业，建设好林木良种基地，笔者认为应当重视下列技术和管理问题。

(1) 林木良种基地建设的目的是生产遗传品质不断提高的种子和苗木，满足当地造林需要，持续提高生产率和适应性，增加收益。要开拓良种市场，增加种子产量，满足造林需要。基地生产种子的量要与造林需要量基本保持平衡，按良种需求量确定基地规模。

(2) 林木优良种子的生产和使用是受营建种子园和采穗圃繁殖材料来源与造林地自然地理条件双重影响和限制，林木优良种子是“地域性”商品。对自然分布区和造林区广的树种，宜特别重视建园（圃）材料的来源与造林地的自然地理条件，在没有得到试验证实调用种苗安全性前不能远距离调用。

(3) 良种基地建设要视投入与产出，种子的用途，树种的生物学和林学特性，基地的

^① 参加油松工作的有：河北省林业研究所、山西省林业研究所、陕西省林业研究所，河南省林技站，甘肃省林木种苗管理站、辽宁省林木种苗管理站、内蒙古自治区林木种苗管理站，以及辽宁兴城种子园、河北遵化东陵林场、山西隰县上庄种子园、陕西陇县八渡林场、河南卢氏东湾林场、河南省辉县市白云寺林场、甘肃正宁小陇山总场林科所、内蒙古宁城黑里河林场、土左旗大青山种子园等。河北省孟滦林管局龙头山林场，阴河林场光沟种子园、塞罕坝机械林场和内蒙古自治区卓资县上高台林场种子园、宁城黑里河林场等参加了华北落叶松工作。北京林业大学有硕士、博士、博士后、进修生等 30 多名参加，还有几十名大学生参与项目撰写毕业论文。

条件等而定,可以集约,也可以比较粗放,选育和繁殖方式要多样,包括母树林、种子园、无性繁殖。由于技术的进步,不少针叶树种在集约经营的条件下,可以营建采穗圃,繁殖并推广插条苗。但对多数造林地,种子繁殖可以兼顾增益与多样性,仍是主要的繁殖方式。

(4)基地的更新换代、提高和发展是基地发展的必然道路,但在做法上必须根据自身条件,稳步踏实地前进,严防盲目追求高世代而犯低级错误。如从外地调用高世代繁殖材料或从种子园子代林中挑选亲缘关系不清楚的建园材料。就我们现在的情况,良种基地建设的发展称“第几轮”比“第几世代”更符合实际情况,各界也较容易接受。

(5)在当前技术发展水平下,遗传测定,包括对种子繁殖树种用子代测定,对扦插繁殖树种用无性系测定,是基地更新的主要依据,是营建新基地材料的可靠来源,是提高所产种子品质的保证。对过去做过的工作,一定要认真总结,充分利用。遗传测定的基本要求是,测定结果可靠、能提供大量没有亲缘关系的子代、工作量小、测定过程时间短。

(6)育种资源是提高良种品质的物质基础,基地应当拥有选育树种丰富的育种资源,并不断充实。要组织好、管理好、使用好育种资源。育种资源可以通过调查、搜集,也可以在树种协作组内交换。育种资源的收集不是为了收藏,而是为了利用。育种资源和遗传资源、种质资源的涵义不完全相同,应加以区别。

(7)保持稳定的种子产量,是衡量基地建设成绩的主要指标,要采取切实的管护措施,保证种子产量。提高产量的基本措施不外是,虫害防治、保证树冠充分的光照、树体管理、花粉管理、土壤水肥管理等。这些措施已经国内外实践所证实。当前对早期营建种子园的疏伐,只能算作是一种过渡形式,要积极营建新的种子园。

(8)缩短种子园经营周期,加快种子园更新过程,矮化树体,方便管理,创造适合我国国情的林木良种发展基地道路,是我们努力的方向。

(9)在良种推广地区要营建、管理好示范推广林。示范推广林是向领导和群众宣传林木良种工作重要性的平台,要充分利用。

(10)持续健康发展林木良种工作,要有稳定的机构和技术队伍,要重视基地技术人才的培养和使用。

(11)生产的发展有赖于理论认识的提高,要增加常规育种科研的投入。生产、科研和管理部门三结合是工作成功的保证。科技支撑单位要切实负起责任,解决生产中的问题。

(12)向上级部门反映实情,力争制定合理的政策,保证上述各项工作的实施。

相信本书出版不仅可直接用于油松和华北落叶松良种选育,同时对其他针叶树种的遗传改良也会有参考价值。限于笔者水平,不足之处肯定存在,谬误也恐难免,恳请读者批评指正!

沈熙环

北京林业大学教授

2013年盛夏

于林业楼108#室

目 录

序一	
序二	
序三	
序四	
前言	

第一篇 林木良种基地与油松种子园建设

第一章 我国良种基地建设回眸和展望	2
第一节 良种基地建设进程和当前工作	2
一、种子园建设发展和成就	2
二、我国林木良种建设工作的反思	3
三、林木良种基地建设中的基本内容	4
四、林木良种基地建设中当前需要特别关注的事项	7
第二节 对北京林业大学主要试验点工作回顾	10
一、20世纪80年代的工作	10
二、辽宁兴城油松种子园规划设计	10
三、油松工作的反思	11
结语	12
附录：辽宁兴城油松种子园规划设计方案要点	12
一、自然条件和社会条件	13
二、基地总体规划	13
三、各经营区设计	15
四、经费概算和经济效益	16
五、技术档案	16
参考文献	16
第二章 林木遗传资源与油松优树工作	18
第一节 遗传(种质)资源与生物多样性	18
一、遗传资源与育种资源	18
二、生物多样性与遗传资源	19
三、遗传资源的保存方式	21
第二节 油松优树选择和保存	22
一、油松优树工作组织	22
二、油松选优方法、标准与选优林分	23
三、油松选优技术探讨	24
四、入选油松优树特点和保存状况	27

结语	29
参考文献	30
第三章 油松优树资源数据管理系统编制与应用	31
第一节 油松优树资源管理系统编制	31
一、系统结构和编制原理	31
二、系统的特点	35
第二节 系统的主要内容和操作	35
一、优树数据库	35
二、收集圃数据库	39
三、子代测定林数据库	39
第三节 系统在油松中的应用实例	41
一、油松优树生长量的地理变异特点	41
二、优树生长量在个体间的变异	42
三、优树树干形质的变异	42
结语	44
参考文献	44
第四章 油松嫁接、扦插及无性系生长和形态特征	45
第一节 油松髓心形成层嫁接	45
一、髓心形成层嫁接技术	45
二、提高髓心形成层嫁接成活率的因素	46
第二节 油松短枝(针叶束)嫁接	48
一、短枝嫁接技术	49
二、影响短枝嫁接效果的因素	50
三、促萌技术	52
四、愈合过程的解剖学观察	55
五、短枝嫁接苗的生长与开花习性	56
第三节 营养繁殖与油松扦插繁殖试验	58
一、林木营养繁殖的进展	58
二、油松扦插试验	59
第四节 油松无性系的生长特点和形态鉴别	60
一、嫁接无性系的生长节律	60
二、无性系形态特征和无性系鉴别	61
结语	62
参考文献	63

第二篇 油松开花结实习性、球果败育与种子生产

第五章 油松雌雄配子体的形成及胚胎发育	65
第一节 小孢子发生及雄配子体形成	65
一、小孢子发生	65
二、雄配子体形成	66

第二节 大孢子发生和雌配子体形成	66
一、大孢子发生	66
二、雌配子体形成	66
第三节 雌雄球花发育进程	67
一、不同无性系球花原基分化和大小孢子发育进程	67
二、雌雄球花原基分化时间	68
第四节 受精、胚胎发育及种子形成	70
一、受精过程	70
二、胚胎发育及种子形成	71
三、胚珠败育的解剖学观察	71
结语	72
参考文献	73
 第六章 种子园无性系雌雄球花量的时空变化	 74
第一节 雌雄球花在树冠内的空间分布特征	74
一、雌雄球花在树冠内的分布	74
二、雌球花着生的垂直和水平特点	76
第二节 雌雄球花量在无性系间的差异及动态变化	78
一、无性系雌球花产量的动态变化	78
二、无性系雄球花产量的动态变化	80
三、雄球花量、花粉重量与花粉粒	82
第三节 雌雄球花量在无性系内分株间的差异	84
一、雌球花量在无性系内分株间的差异	84
二、雄球花量在无性系内分株间的差异	84
第四节 无性系雌雄球花的相对产量与稳定性	85
一、无性系雌雄球花的相对产量	85
二、无性系雌雄球花产量的稳定性	86
结语	88
参考文献	89
 第七章 球果性状、败育与提高种实产量措施	 90
第一节 球果性状分析	91
一、球果性状在无性系间和无性系内的变化及稳定性	91
二、球果性状在树冠内的分布特点	93
三、球果性状与种子产量	94
第二节 球果和胚珠败育进程与变化特点	95
一、球果和胚珠败育征状和球果败育进程	95
二、球果败育在无性系间和年度间的差异	95
三、球果败育与球果着生部位	96
第三节 球果和胚珠败育因素分析	97
一、胚珠败育与授粉期花粉密度	97
二、自交、异交与败育	97
三、种实害虫	100

四、雌球花产量与受光状况	100
五、土壤营养和水分状况	101
第四节 增加种子产量的主要措施	101
一、辅助授粉可显著减少胚珠败育	102
二、适度疏枝和截顶有促花效果	102
三、种子园树体矮化是我国山地种子园发展方向	104
四、疏伐促进结实效果好	104
五、适度施肥和灌溉能促进开花结实	106
结语	108
参考文献	109
 第八章 油松球果虫害及其防治	111
第一节 主要球果种实害虫	111
一、油松球果瘿蚊	111
二、油松球果小卷蛾	114
三、松果梢斑螟	115
四、微红梢斑螟	116
五、松实小卷蛾	117
第二节 危害及产量损失	118
一、害虫种类及其危害	118
二、油松球果生命表	120
三、害虫对种子产量和质量的影响	124
第三节 球果害虫的生态学	126
一、不同无性系的油松球果瘿蚊发生情况比较	126
二、两种球果害虫的竞争关系	126
第四节 害虫防治与综合管理	127
一、化学防治	127
二、人工防治	128
三、生物防治	128
四、球果害虫综合管理	129
结语	130
参考文献	131
 第三篇 影响生产优质种子因素分析与对策	
 第九章 油松开花物候、同步性和配子贡献	134
第一节 雌雄球花的形态发育阶段	134
一、雌球花形态发育	135
二、雄球花形态发育	136
第二节 无性系开花物候特征与影响因素分析	136
一、种子园无性系开花物候特征	137
二、开花物候特征与气象因素	138
三、开花物候特征与无性系分株和树冠方位	139