

内部材料
注意保存

国内外林业现代水平 及赶超设想

(附件)

中国农林科学院科技情报研究所

一九七七年十月

前 言

为了迎接全国科学大会的召开，配合有关部门制定林业生产及科研发展规划，赶超世界先进水平，根据部、院领导的指示，我们组织了林业高等院校和科研单位的同志，按树木改良、造林技术、环境保护、森林经理、森林病虫害防治、护林防火、木材采运、木材加工和林产化学等专业，重点编写了国内外水平对比，科研主攻方向和赶超设想，供有关领导参考。

被邀请参加编写的单位和人员有：云南林学院陈陆圻、沈熙环，南京林产工业学院李传道、林昌庚，东北林学院王德惠、史济彦，湖南林学院周道鸣，上海木材研究室王凤翔，中国农林科学院林业研究所徐化成，木材研究所林凤鸣，黑龙江森林保护研究所穆焕文等同志。林产化学部分是由中国农林科学院林化所编写的。在此，向参加编写的单位和同志表示衷心感谢。

编写这本资料由于时间仓促，水平有限，掌握的材料不全面，缺点和错误在所难免，望提出宝贵意见，以便修改

中国农林科学院科技情报研究所

一九七七年十月

目 录

国内外树木改良技术水平及赶超设想	(1)
国内外造林技术现代水平及赶超设想	(10)
国内外环境保护现代水平及赶超设想	(17)
国内外森林经理现代水平及赶超设想	(22)
国内外森林病虫害防治水平及赶超设想	(24)
国内外护林防火现代水平及赶超设想	(28)
国内外木材采运工业现代水平及赶超设想	(36)
国内外木材工业现代水平及赶超设想	(43)
国内外林化工业水平及赶超设想	(62)

国内外树木改良技术水平及赶超设想

树木改良工作已有约一百五十多年的历史。初期工作主要是引种，也搞了些种源和杂交工作，进展比较缓慢。自二次世界大战后，特别是近二十多年来，种源和优树选择，种子园工作已经普遍开展，后代测定工作也相继提到日程上来。这是当前树木改良工作的主要内容。在这期间，杂交育种也取得了一定成效。现代科学技术的发展，对林木改良工作也有显著的促进作用。目前，树木改良工作已成为独立的一个学科，对发展林业生产的作用愈来愈大。

一、国内外水平

(一) 适地适树，充分利用现有树种和类型

适地适树，是提高林木生产率，增加林分稳定性的重要因素，少林国家或地区，对引种十分重视。现在，杨、桉、松、云杉等树种已遍布世界各地，远远超出了自然分布区，成为重要的造林树种，对解决木材供应起了重要作用。

如杨树，法国年产270万立方米；意大利，235万立方米，伊朗，220万立方米。桉树，在巴西占人工林总面积的80%，摩洛哥为70%。引种松树的国家也增多，已成为新西兰、澳大利亚、智利等国家的主要造林树种。智利引种辐射松的面积只占全国利用林面积的6%，但却提供了约占全国1/4的工业用材。其他如日本落叶松、锡特加云杉、花旗松、柏木、黑荆树等等，各国也十分重视，引种面积很大。

由引种计划到树种推广，要经历漫长的时间和许多步骤，如树种的挑选、检疫、繁殖，初步试验等等，其间那个环节掌握不好，都会造成损失。因此，国外引种工作中强调按步骤、按计划来搞。资源较少的国家，很重视国外树种的收集和利用，如英国和法国收集了世界各地，特别是温带地区的几乎全部树种，分别栽种在全国有代表性的植物园中，经观察，有计划地推广。如有计划地采收、分配、交换和鉴定种子，以利于引种和种源试验工作。一些国家设有专门机构，如美国于1972年成立了林木种子中心（当前主要管理南方松的种子工作），加拿大指定Petawawa林业试验站主管树种的进出口业务。

近年来，为加速对外来树种、种源的筛选、鉴定，认为利用人工气候室等有利于对树种的某些生态条件的分析，因此，这方面工作有所加强。

种源试验是早期的树种改良方法，但试验结果表明，选择适当的种源对增产和提高林分的稳定性意义很大。如瑞典、芬兰等国从云杉试验中看到，由中欧起源的云杉干材积为当地种源的140%以上。

鉴于选择种源的重大意义，近年来种源试验工作正方兴未艾，进一步扩大。除在欧洲赤松、欧洲云杉等分布面积广的树种中已作过多次大规模的试验外（如欧洲云杉供试种源达1100个），对自然分布区面积不大的树种，如日本落叶松、辐射松中也作了种源试验。

近年来，国外在引种中也十分强调多种源试验。认为这是引种成功的重要因素之一。如

赞比亚在卡西亚松引种中就作了34个种源的试验。

种源试验开展较早的国家,根据种源试验结果,对种子调拨区域已作出规定,如瑞典全国划分为16个松树调拨区,10个云杉区,美国对南方松的调拨范围也作出了区划。目前美国正对29种针叶树种和14种阔叶树种作种源试验。

通过种源试验,不仅可为造林工作提供适当的种子产地,同时也是研究树木和环境相互作用的重要途径,也是研究遗传进化的一种方式。近期的种源试验,都增加了这方面的内容。种源试验不仅包括田间观察,也包括生理和生化方面的内容。

国内树木引种工作的历史较久,成绩也较大,对丰富我国造林绿化树种,增加林产品起了重要作用。桉、欧美杨、南方松类、木麻黄、日本落叶松、刺槐等速生树种也得到推广,木麻黄已是南方海堤的重要防护树种,油橄榄、黑荆树等也已引种成功。在种源方面,解放后各地对主要造林树种,如杉木、马尾松、油松等也先后作了些田间对比试验,如福建等地试验开展较早,已能提供部分数据。但总的来说,这项工作组织不够有力,许多试验没有能坚持到底,所以,迄今不能为种子调运提供科学的依据。

(二) 优树选择和种子园采穗圃工作

关于种子园的增产效应,目前还没有见到大面积的生产试验报道。所见报道,也因树种、选择强度等不同而效果不一,但一般来说,增产10%是比较有把握的。优树通过无性繁殖,效果一般比有性繁殖要好得多。选择优树,通过种子园和采穗圃繁殖已为世界各国普遍采用。

丹麦、瑞典、芬兰、美国早在四十年代就开始林木选优和种子园工作,到五十年代,西欧、东欧、澳大利亚、新西兰和日本相继搞这项工作,到六十年代,不少发展中国家也作了这方面的试验。据不完全统计,迄今从事选优和种子园工作的国家有:瑞典、丹麦、芬兰、挪威、匈牙利、比利时、捷克斯洛伐克、西德、东德、法国、英国、波兰、爱尔兰、罗

一些国家选优和种子园、采穗圃建设情况

国 家	选 优 (株)	种子园(公顷)	树 种	建园开始及统计年份
苏 联	34,200	10,670	欧洲落叶松、云杉、赤松、橡	1962—1971
美 国	3,592*	4,500	南方松、花旗松、北美白松	1936—1973
日 本	5124	1530 + 811**	柳杉、日本罗汉柏、日本扁柏	50年代末—1971
瑞 典	5000	854	欧洲赤松、云杉、桦木	40年代—1975(?)
芬 兰	10569	3378.5	同 上	60年代—1975(?)
丹 麦		96.5		
澳 大 利 亚		447	辐射松、海岸松、南洋杉、桉、柚木	—1972
新 西 兰		238	辐 射 松	1953—1973
泰 国		100	柚 木	1959—1971
加 拿 大		95	花旗松、白松	—1969
匈 牙 利		153	欧洲赤松、落叶松、黑松、云杉	1951—1971
罗 马 尼 亚		202	欧洲赤松、云杉	1961—1970
法 国		94	海岸松及其他针叶树种	1960—1971

注* 优树为1969年统计数字; ** 811为采穗圃面积。

马尼亚、南斯拉夫、苏联、肯尼亚、乌干达、坦桑尼亚、马达加斯加、马拉维、罗得西亚、南非、赞比亚、美国、加拿大、巴西、日本、泰国、澳大利亚、新西兰等三十多个国家和地区。这些国家建园速度快慢不一，瑞典、芬兰、日本、苏联等国进展较快，其中瑞典、日本等国已宣布全国完成选优和初级种子园任务。东欧各国进展较缓慢。

各国种子园提供种子的情况因建园早晚、树种及自然条件而不同。如美国“北卡罗来纳州树木改良合作组织于1957—1962年间建立了200公顷南方松无性系种子园，于1964年头一次获得大量种子，于1971年采收种子7,000公斤。日本由种子园、采穗圃提供的种条数量，由1967年起逐年增加，到1973年已提供种子1,769公斤，穗条521万根。瑞典1971/72—1973/74年赤松种子园共生产种子3,350公斤。其中北部为1,800公斤，可满足用种量的55%，中部为11,00公斤，可供全部造林所需；南部为450公斤，为用种量的50%。

国外选优办法，一般都沿袭北欧的大树法，或后来发展成的标准地法，变化不大，但评选程序和严格程度却不尽相同，瑞典掌握严格，美国较松。由于现行的选种方法都是表现型选择，可靠性较差，所以，各国致力于性状相关、遗传力等方面的研究，以期提供较有效的选种方法。

选择目标初期多考虑速生、兼顾干形的通直、整枝良好等等，逐步对适应性、抗病虫害等性状重视起来。日本在北海道等地区还进行了抗雪害的选种，近年对落叶松还作了木材纹理通直性的选择，即进行所谓的材质育种。美国在湿地松中很重视松脂产量和品质的选择，南非在黑荆树中作单宁含量高的选择，都取得了较显著的成绩。总的来说，选种目标比较多样。

林木种子生产问题，是一个新的课题。国际上曾召开过两次种子生产的讨论会。为保证种子园高产、稳产并提高种子播种品质，美国、北欧诸国对主要树种的开花生物学特性，受精过程以及种子园中自交的影响等都作过仔细的调查研究。美国南部种子园中果实、种子虫害十分严重，所以对虫害的防治很重视。在对上述问题研究的基础上，提出了种子园建立、管理、无性系配置、无性系数数量及病虫害防治措施。在天气寒冷的芬兰，对桦木种子园还采用了塑料大棚，显著地缩短了开花结实年限，取得了种子丰收。

无性繁殖在国外得到广泛的研究。日本建立的柳杉采穗圃是世界上独特的，这对解决某些针叶树种无性繁殖材料是一个途径。

扦插技术的提高，是许多育种工作者所关注的。1973年在新西兰召开的无性繁殖国际讨论会上中心议题就是与扦插有关的问题。目前，已经弄清了一些因素，如个体、树龄、枝条类别、土壤、温度、生长素等对生根的影响，正进一步深入到解剖、生理和生化领域的研究，如插穗根原始体的发生，扦插过程中的水分平衡，生根激素的分配，及有机物的动态，以及生根抑制剂的影响等等。预期不久对现在尚不易生根的树种会有切实可行的办法。

国内自1972年“全国林木优良品种科技协作会议”以来，选优、种子园和采穗圃工作有较大的进展。据1977年8月报道，全国已选出优树31,000多株，已建立种子园5,400公顷，大部份种子园尚未结实。国内对结实问题，研究较少；无性繁殖研究较多，但理论性的研究较少。优树选择偏重于树木的数量性状。

(三) 后代鉴定和遗传规律的研究

根据表现型进行的选择，效果不稳定，盲目性大。因此，美国、日本、瑞典、新西兰、

澳大利亚和苏联等国，在选优、种子园后，立即着手后代鉴定工作。通过后代鉴定，增产效果一般可提高到20—30%。

后代鉴定的常规方法业已制定，各种杂交设计的优缺点亦有比较，但这一方法的缺点是时间长，投入的人力、物力也多。

美国、新西兰和瑞典等国已经提出了改良代育种及改良代种子园的一些方案。在自然条件较好的地区和国家，如美国南部、东南部地区，新西兰等，速生树种的改良代育种工作已付诸实践，建立了各种类型的改良代种子园。

在后代鉴定中，许多国家都有目的地从事林木遗传规律的研究，探索各种杂交（自交、近交、正交、反交、种内和种间杂交）的规律、研究性状的遗传力和相关性等等。林木遗传理论方面的研究，将使育种工作更富有成效。

我国除建立杉木种子园较早的个别地区外，基本上尚处于筹建后代鉴定林阶段。我国地形变化复杂，给田间对比试验带来一定困难，应探求符合我国实际情况的设计方案。

（四）优良树种、类型和单株（或称基因）的搜集、保存和利用问题

优良树种、类型和单株的搜集、保存，对防止基因的损失十分必要。六十年代以来，国际上鉴于森林，特别是热带和亚热带森林的滥垦、滥伐，对这一工作十分重视。因为基因贮备一旦损失，不仅会给育种工作造成“无米之炊”的严重后果，也会对营林工作造成不可弥补的损失。

1967年联合国粮农组织在罗马召开了搜集、利用和保存植物资源的专业会议，尔后于1968年10月又召开了森林基因资源专家小组会议，确定了优先调查的地区和采集种子的树种名单。中国的西南和东北地区，也被认为是重要的地区。

育种的目标，常随需要而不断变化，今后需要的，未必会被今天所重视，又鉴于农作物长期选育造成的抗性和适应性衰退的现象，国外强调要收集、保存不同的类型，以便为长远育种工作服务。

基因的搜集往往与种源试验、优树选择等工作相结合。种源保存的办法包括划出自然保护区；或用搜集的种条营造人工林；或贮藏种子或花粉。近年来，日本、北欧、美国等都研究用后一种办法来保存基因。

我国近年来在主要造林树种中开展的选优和种源试验。实际上就是基因的搜集和保存的部分工作，但我国尚未有计划地开展这方面的工作，对已有的自然保护区的管理工作也不妥善。

（五）抗病虫害及环境污染树种的培育

据估计，美国由于病虫害造成的林木损失达年采伐量的20%，而因受害而削弱生长所造成的损失又达20%。日本每年由材线虫造成的损失达100万立方米以上，对因受害降低的防护效能尚未考虑在内。意大利杨树黑斑病使全国减产16%，大青杨天牛使木材利用率降低60%。化学防治不仅需投入大量人力、物力，且易污染环境，也易引起病虫害的抗性。因

此,近十年来,对抗性育种更加重视,曾多次举行抗病育种的国际讨论会。

迄今,美国对松类的梭形干锈病、疱锈病、褐斑病、白松的松梢象甲、杨树的锈病、烂皮病、溃疡病、栗树的枯萎病,榆树的荷兰病;日本对落叶松的梢枯病、早期落叶病、泡桐病害,杨树的杨一落叶松锈病,松树抗材线虫等都作过研究。其他如北欧诸国、西德、波兰、荷兰、意大利、巴西、阿根廷等都对主要树种的抗性,包括如欧洲赤松、欧洲云杉的根腐病,作过研究。

随着环境污染问题的尖锐化,对抗污染树种的选育工作也提到日程上了。如1975年8月美国农业部与科研、教学单位联合召开了“都市树种选择”讨论会,其中树种改良是技术问题之一。据1969年的报道,美国已选育出对污染反应不同的白松无性系。

树木抗病虫害育种,因世代长,始花期迟等原因虽较农作物要困难些,但近年来已取得了肯定的成绩。如荷兰由三十年代开始选育抗病的榆树,经1938—1944年,1954年和1965年三个世代的杂交,于1975年将抗病性较强的杂种第三代约60万株投入生产。美国由1950年开始从危害严重的西部白松林中选择抗性强的单株,到1965年已选出抗病植株400株以上,从中经鉴定已挑选出一批一般配合力高的植株,业已栽植到种子园中生产 F_2 代种子。预计到1985年生产的杂种种子每年可供造林6千公顷。又如美国的金牛松 $\times$ (金牛松 $\times$ 大果松)杂种对松梢象甲有抗性,已有20万株苗木投入生产。日本北海道地区以兴安落叶松 $\times$ 日本落叶松,培育出了抗鼠害的品种,也已投入生产。

抗性品种的培育,涉及到材料的选择、鉴定和杂交等许多方面的技术和理论。近年来,间接选择在抗性育种中应用更为普遍。如根据酸类、萜类化合物的组成和含量可间接地筛选植株。据认为,如分析的指标与抗性基因密切相关,且分析方法简捷,则间接选择是有效的。在筛选中也根据形态—生理指标来判断,如在松针叶苞锈病的选择中,常根据感染叶子是否形成离层为依据。至于接种方法更为多样,在抗虫育种中还采用性外激素。在杂交育种中,还有亲本选配,可交配性,遗传和分离等等理论和技术问题。在研究较多的榆树抗荷兰病、松树抗锈病中,对这类问题都有所考虑。

我国在优树选择中,一般也将没有病虫害感染“列入入选条件之一,但迄今尚未见到专门作抗病虫害育种的报道。鉴于我国一些主要树种的病虫害也较严重,亟应重视这一工作,尽早开展抗性育种。

(六) 树木育种中探索性研究问题

近年来国外在树木选育、鉴定和育种繁殖方面,作了较多的探索性试验,有些已取得了初步成果,归纳起来有如下几个方面:

1. 树木生化遗传、变异的研究,进展比较快

这方面的研究首先用于松柏科树种,单萜类化合物已成为鉴别该类树种不同种源、甚至无性系的一项方法。杨树叶中黄酮类化合物也可能用于无性系的鉴别。根据多酸色素的分析,发现了加州铁杉和美国西部铁杉的化学杂种。

DNA分子结构的阐明,是分析技术进步的结果,使分子遗传学迈开了一大步。DNA的研究也已开始用于林木遗传中,如加拿大、美国等已研究不同产地白云杉、花旗松的DNA含量,并分析了桦木多倍体细胞核中DNA的相对含量。美国还对针叶树种进行了DNA与RNA的分子杂交的试验。

同功酶的应用更较多。已用于种源研究以及天然林内家系或无性系的鉴别，杂种后代的遗传分析等等。据认为，同功酶可作为遗传基因的标志，将来可考虑作为早期鉴定的依据。

2. 非常规鉴定的技术和理论

由于树木世代长，始花期晚，对育种很不利。近年来各国对缩短育种世代，作了不少探索。如芬兰，从开花生物学基础的研究着眼，通过控制温度、光照、CO₂含量等生态条件，实现了桦木一年结实的成绩。日本用赤霉素结合其他措施处理柳杉杂种、在三年时间内取得了两个世代的种子。

常规鉴定不仅时间长，且树木躯体大、占地多，经营管理诸多不便，因此，近年来国外普遍研究母子遗传相关，早年一晚年相关，形态一解剖、性状等方面的相关，还作了生理、生化方面的分析。在生理研究中，以光合效率为主。但这方面的研究目前尚未取得显著的进展。

3. 细胞遗传学的研究

这方面的研究早年偏重于各树种的染色体数目、大小、结构以及多倍体的培育和利用上，近十年来，国际上也多着重于单倍体的研究。

日本、美国、西德等对林木单倍体都有过报道。据认为，树木世代长，分离出纯系至少需要几十年，而采用单倍体可显著缩短年限，意义重大。培育单倍体的途径有三，一、从自然界搜集；二、由种子胚培养（离体胚培养）；三、由花粉培养，国外前几年着重在第二条途径。逐年来不少人认为，由花粉培养的前景更广阔。目前已由阔叶树种中诱发出愈伤组织，不少并由愈伤组织分化出茎，但很少得到完整的植株。

我国目前已由杨树刺槐花粉中培育出了小植株，取得了单倍体育种的初步成绩，但如何提高成苗率，更主要的是如何应用于实践，还要作多方面的探索。

4. 组织培养问题

企图由这里开辟无性繁殖的渠道，以便能在短期内大量繁殖增产效果好的苗木，使现有的林木良种繁育技术来一个革命。不久前美国报道花旗松及南方松组织培养已取得成功，目前，日本、西德、捷克斯洛伐克等国家正进一步改进培养技术，扩大供试树种。

二、国外发展趋势

在世界各国中，美国的树木改良工作开展较早，自然条件比较适宜、科技基础很好，工作内容较全面；日本的树木改良工作也较全面，柳杉等主要树种的工作比较细，生产实践推进快；西德、加拿大对理论性课题研究较多；新西兰因自然条件优越，种子园工作发展水平较高。

（一）树木改良工作对营林实践的作用将愈来愈大

六十年代来，在美国和欧洲一些国家（经济合作和发展组织）中，对供造林用的种子制定了比较完备的种子法律。美国现在把种子分成三类，即①来源确知的；②由选择树木产生的种子；③经过后代鉴定的优树种子。欧洲把第二类种子又分成为从种子园得到的种子及直接从选择树木上采收的种子二类，总计为四类。

美国南部，对湿地松、火炬松工作开始早，七十年代就能满足该地造林需要，近五、六

年来,种子园面积约扩大了80%,随着种子园年龄的增加产量逐步提高,所以,预计到八十年代,几个主要造林树种—湿地松、火炬松、花旗松、白松等都可以供应初级种子园种子。对生长快的树种,到八十年代就可以提供相当数量经过2代鉴定的种子。预计到本世纪末将可大部份提供改良代种子。据美国最近报道,由种子园提供的南方松种子,增益变动于5—43%。

日本目前由种子园、采穗圃提供的种子、采条已可满足国有林的需要,到1990年前将可满足全部造林的需要。日本对后代鉴定工作抓得紧,预计到本世纪前就可以用改良代种子。

瑞典目前中部地区已全部用种子园种子,北部和南部地区约为半数种子园种子。

总的估计,美国、日本、瑞典、芬兰、新西兰、澳大利亚、苏联等在八十年代前后对主要造林树种可以部分或全部供应初级种子园或采穗圃的种条,到本世纪末可以提供部分或全部经后代鉴定的优树种子。据保守的估计,用前述种子可提高产量约10%,而用后者可提高产量26%以上。如果能在适应的种源中选择优树,效果将更大些。

此外,根据客观的需要和已经积累的经验,预计会有更多的抗病虫害,包括抗空气污染的新品种投入生产,也会创育出更多的高产、优质特用林产品新品种。

(二) 育种目标会愈加明确和多样

随着经营强度的提高,育种目标会愈加明确,也会因利用方式的改变而愈加多样。

目前在日本、美国等一些纸浆、造纸企业,已设有专业的育种机构,其任务就是培育适应造纸工业所需的新品种。这种专业育种可能是发展的方向。

又如,荷兰在榆树抗病育种中,根据造林立地条件等的不同而分为三类。各类地区对抗病性、材质、树形等都有不同的要求。列表如下:

性 状	各 类 地 区 对 性 状 的 要 求		
	一 般	海滨地区造林	用 材 林
抗 荷 兰 病	2	3	2
树 形	3	4	4
生 长 速 度	3	4	1—2
对裸露的耐性	3	1	4
对Nectria cinnabarina的抗性	3	2	3
材 质	4	5	1—2

注:划分成5级,数值愈小,要求愈高。

营林中采用施肥后,许多国家就开展了无性系或家系对施肥的反应,从中选择适应不同营林需要的品种。将来对推广品种的生物学特性、栽培条件会搞得更透彻,能真正做到适地适树,采用适当的措施。木材加工工业的改革,短伐期及全株利用方式的推广,育种目标也会随之改革,品种会更多样。

(三) 现行的技术育种方式会有很大的变革

随着育种技术和理论的发展,现行的技术育种方式将有较大的变革。现有的林木育种方式是在基本情况不了解或不甚了解情况下的育种方式,盲目性很大,育成一个新品种化费的时间多,投入的力量大。

随着对树木性状传递奥密的了解,现行的表现型选择将会逐渐向遗传型选择过渡。将可避免选育工作中的盲目性,增强自觉性。

随着对杂交育种中亲本选配、不可配性以及杂种优势机制的了解加深,杂交育种工作会更自由,更主动,杂交育种在林业中的地位将提高。

对树木生化遗传变异研究的加深,化学鉴定方法会有所发展,配合生理等方面的研究,非常规的鉴定办法会有所突破。生长的早期预测方法也会提供出来。提早开花结实的确切办法会拟定出来。林木育种的世代有可能从几十年、十几年缩短至几年。

单倍体育种、细胞融合以及核酸的杂交等方式会进一步开展,有可能提供出在林业中应用的新途径。

组织培养在许多树种中会取得成功,达到生产应用的目的,良种繁育方式会有根本性的改变。

三、赶 超 设 想

如上所述,我国林木良种工作自1972年以来有较大的进展,特别是选优和种子园发展较快。但与先进国家比较,特别是在基本理论和基础技术方面尚有相当大的差距。为使树木改良工作既能符合当前生产的需要,又能为长远发展奠定必要的基础,考虑应抓如下几项工作:

(一) 继续紧抓选优一种子园、采穗圃一后代鉴定工作

目前,各地对主要树种都已开展了选优和种子园工作,有的省(区)已经完成了选优工作。这是今后提高林业生产和进一步开展育种工作的物质保证。应当珍视育种工作已取得的成绩,继续大力开展这项工作。

但是,我国迄今的优树选择中,目标太窄,如对病虫害及对自然条件的适应能力考虑不足,今后应加强这些性状的选择。有些地方机械地搬用大树法,错选、漏选了优树,对漏选的,应当补选,或结合基因的搜集工作去做。现行的选优方法应根据遗传或相关方面的最新研究,逐步改革,向遗传型选择过渡。

种子园的建立技术,基本已经掌握。为保证种子园早产、高产、稳产、优质,应加强种子园经营管理技术的研究,并提出相应的技术措施。特别对开花—结实的生物学过程应当重视;整形修剪、土壤管理等亦应注意;种子园中病虫害的防治是新课题,应及早提出研究。

杨树采穗圃的建立和管理已经基本解决,但在其他树种,特别是针叶树种中如何建立,树形如何管理应尽快摸索经验。扦插繁殖技术和理论要好好抓,应使更多的树种能够用简易方法扦插育苗造林。

(二) 加强引种、种源试验和基因收集、保存和利用工作

引种、种源和基因工作，需要强有力地组织，自发地搞，必然是少、慢、差、费，不仅得不到有效的成果，浪费人力、物力，还会带来新的病虫害。

应进一步考虑本国优良树种的发掘和推广，并引进新的外国树种，以期丰富我国造林绿化树种及特用经济林树种，并增强育种的物质基础。引种工作应有专业机构加强考虑，对引进外国树种的业务应当集中。

种源试验一定要抓紧，已建立试验的，要按计划观察，坚持到底，未开展种源试验的主要造林树种，应立即抓起来，应力争在九十年代前提供出种子调拨的依据。种源试验工作可与优树选择工作结合进行。试验内容除作田间对比观察外，在有条件的单位，也可开展生态—生理—遗传方面的研究，特别是生态方面的研究，弄清遗传和环境的作用。

基因的搜集、保存和利用要及早抓起来，以免基因的损失。对现有的自然保护区应妥加保护。对濒于消灭的树种要组织采种、造林。可结合选优和种源试验，扩大选种面，收集更多的原始材料。基因的保存方法亦应开展研究。

(三) 加强生态遗传、细胞遗传和生化遗传学等的研究

要有效地选配杂交亲本、克服杂交不可配性，利用杂种优势，选择抗性材料，培育和利用倍体性植物、开展核糖体的杂交、细胞的融合杂交、性状的早期预测等等，都有赖于生态遗传、细胞遗传和生化遗传的理论研究，也赖于先进技术如人工气候室、各种电泳、气相色谱、原子吸收光谱、细胞光度分析、电子显微镜、电子计算技术等等的的应用。

只有研究基本理论，并运用先进技术，林木育种工作才可能有根本性的突破。从长远考虑，抓这项工作是有必要的。

(四) 健全各级专业机构，加强技术队伍的培养和提高

先进国家育种工作能取得较大的进展，是与各国设有较完备的专业机构有关。如美国在林业局下全国设有三所林木遗传所，负责全国性的或大区性的研究课题。各林业大专院校以及公司的专职机构，对育种的研究工作也起了相当大的作用。

我国在群选群育工作中已经建立了一些专业科室，培养了一批骨干力量，这是进一步开展林木育种工作的基础。应在此基础上，全国设有中心，统筹安排全国的育种工作，各级机构也应健全和稳定。各级机构的研究内容应有所分工和侧重。要继续培养和提高育种人才。

国内外造林技术现代水平及赶超设想

一、概 述

林木是野生植物资源，传统的林业以天然林为基本的培育和利用对象。但是，由于资本主义国家对森林不合理的开发利用，天然林资源日益减少，而工业的迅速发展和人口的增殖对林产品的需要却越来越多，这就造成木材供需矛盾日趋尖锐。从长远观点看，发展人工林是解决这个矛盾的主要途径。这是因为人工林具有生长快、轮伐期短的特点，能够较快地提供后备资源，改变木材供需不平衡的状况。人工林在一些地区10—30年即可采伐，每年每公顷生长量可达10—30立方米。世界上已有一些少林国家通过发展人工林解决了木材资源不足的实例。新西兰和智利就是突出的代表。新西兰自1920年以来，搞了两次造林高潮，第一次是在1925年至1935年，共造林28万公顷，第二次自1960年开始一直持续到现在还未结束。到1974年，人工林计有65万公顷，现在每年造林5.5万公顷。从最初造林到七十年代，仅40年左右，新西兰由木材不足的国家变成木材自给并有出口的国家，1971年由人工林提供的木材为820万立方米，占总采伐量的85%。智利也是二十世纪三十年代开始大规模造林，截止1970年，造林面积达45万公顷，预计1980年以前，每年造林10万公顷左右。智利木材现在也已自给有余，人工林是主要木材原料基地。1973年，450万立方米供加工的原木（去皮）中，有350万立方米采自人工林，约占80%。这些生动的例证，充分说明，一个木材资源不足的国家，只要认真努力，是可以较快地改变面貌的。

除了木材资源不足这个背景以外，由于森林破坏造成的自然灾害日益严重，由于工业不合理的发展造成的大气污染越来越威胁着人们的生命健康，这些事实也成为许多国家大力发展人工林的重要原因。在干旱地区，造林成为减少风灾、旱灾，保证农业丰收（据美国资料，窄林带可使农业产量增加44—106公斤）的重要措施（如美国的大平原造林计划和苏联的草原造林计划）；在山区和江河中下游平原地区，森林是防止土壤侵蚀、减少洪水危害的有力武器（日本1971年划定683万公顷的防护林）；在沙漠地区，造林可制止沙漠外移；在城市工矿区，森林净化空气的作用日益受到重视，一些国家开始营造城市环境保护林（如日本），一些国家把越来越多的森林划作游憩区（如美国）。

为了解决木材资源不足和保护环境，大力发展人工林成为世界许多国家的共同趋势。无论少林国家和多林国家，近来，造林面积都有显著的增长。举两个多林国家为例。美国过去不重视造林工作，1926年—1929年平均每年造林面积仅2.75万公顷，但自五十年代以来，每年造林面积不断扩大，1951—1960年平均每年造林41.8万公顷，1961—1970年平均57.9万公顷，1971—1973年平均68.5万公顷。瑞典在1905—1935年31年间，平均每年造林3.4万公顷，1946—1950年期间，平均每年造林3.3万公顷，战前和战后初期，相差不大。近几年有激增的趋势，1966—1970年期间，平均每年造林20万公顷。

据联合国粮农组织1968—1972年世界森林资源清查资料，全世界28亿公顷森林中，人工林约为1亿公顷。虽然对于今后全世界每年造林面积的增长还缺乏全面估计，但是据一些国家报道，今后的造林规模将有很大的增长。例如澳大利亚目前人工林面积有48万公顷，

到2000年预计增长到144万公顷，即为目前的3倍。日本近十年来人工林增加了24.9%，1970年人工林面积有886万公顷，计划到2020年，再造林424万公顷。

二、国外水平

分树种（地理种源）选择、种子工作、育苗、造林地准备、栽植和直播技术、施肥、灌水排水等方面叙述国外造林技术的现况。

（一）树种和地理种源的选择

树种选择是造林的首要工作。但是，在进行树种选择时必须考虑地理种源问题。同一树种，分布于不同气候下的地理性群体，具有不同的遗传生态特性。许多试验证明，分布范围广的树种，将由不同的地理区域采来的种子栽培在相同的条件下，生长和抗性表现出显著的差异。如澳大利亚栽培火炬松，最好种源的材积生长，可为最坏种源的2倍。所以，造林选择树种时，仅确定树种是不够的，还必须决定用那种地理条件的种子。一般说，在缺乏研究的情况下，以选用当地的种子比较可靠，但这并不意味着，在任何情况下，当地的种源都最适宜。瑞典多年研究证明，对欧洲松而言，在北部地区采用比造林地纬度更靠北2—3度的种子最好，南部地区种子采集应靠近造林地。对于欧洲云杉，应当选用比造林地靠南2—3度的种子。

如无合适的乡土树种，则需采用外来树种。在很多国家，一些外来树种的产量大大超过乡土树种。如英国引种花旗松，于相同的立地条件下，50年时的收获量为本地栎树100年时收获量的2倍。当前在热带亚热带地区，很多国家造林都是采用的外来速生树种，如针叶树中的辐射松、火炬松、湿地松、加勒比松等，阔叶树中的桉树、柚木、南洋楹、石梓等。当然，无论选用外来树种和乡土树种，都还需要确定最适宜的地理种源。

正确地选择树种（尤其是外来树种）必须建立在试验的基础上，应该先进行树种试验，在树种试验的基础上再对少量较有希望的树种进行细致的地理种源的对比。本世纪初期和中期，欧洲一些国家在这方面做了大量工作，并取得了丰富的成果。目前，热带亚热带一些国家这方面的工作正如火如荼地开展起来（如对桉树、卡西松、卵果松、南洋杉、加勒比松等）。树种试验可分为淘汰阶段、测验阶段和验证阶段。地理种源试验须以遗传生态学的研究为先导，即首先对一个种在其分布范围内的各种变异形式进行综合的研究。地理种源试验中必须对种子取样问题予以充分的注意。它可分为苗圃阶段和森林阶段，而后者又可分短期、中期和长期试验。

在地理种源试验的基础上划分地理种源区，就能为选择合适的地理种源建立更可靠的基础。到目前为止，仅瑞典做到了这一点，其他有的国家划分的地理种源区，是以对气候的分析研究为基础的，或者仅对种子的调拨和纬度范围作出笼统的规定。

尽管混交林在生物学上具有优越性，但是，目前世界范围内的一个重要趋势是，在大面积范围内培育少数树种的单纯林，如新西兰和智利等的人工林基本上由辐射松这样一个树种所构成。

(二) 种子工作

种子工作的中心是生产和合理使用优良种子。通过种子林和种子园获得的遗传性良好的种子，在很多国家造林中所占的比重日益增加。例如在瑞典，1971—1972年，全部欧洲松种子园种子总产量为1,300公斤，由这些种子培育的苗木有120万株，占瑞典松树年产苗量的70%。估计到1980年左右，造林育苗所需松树种子可全部来自种子园。

有了优良种子，必须合理使用。因此，国外很重视种子检定和种子检验工作。1967年建立了“OECD”（经济合作和发展组织）国际种子检定体制，并于1970年和1974年两次修订。很多国家在自愿的基础上参加了此体制。“OECD”体制要求必须建立种子检定机构，种源（包括种子林和种子园等）必须经过审查批准，种子的生产、采集、储藏以及育苗过程必须接受监督，并有完整记录和标记。

与合理使用种子有关的另一个问题是种子检验。很多国家都制定有自己的种子检验规程。1931年开始制定的国际种子检验规程，经多次修订，1975年最新的修订版已发行。种子检验的标准化、国际化是种子工作现代化的标志之一，种子检验的基本内容是生活力测定。除直接测定发芽率外，间接的速测法日益受到重视。国际种子协会仅承认两种速测法即四唑试验和离胚试验。最近几年用X射线检查种子的技术获得迅速进展，软X射线设备的进展更使其非常简化，在几分钟内可得到一张加工好的X线照片。

(三) 育 苗

裸根苗在生产中占主要地位。从世界范围来看，裸根苗近乎一半是移植苗，苗龄从1年到5年。为了便于机械化，每个苗圃的面积有越来越大的趋势。在林业先进国家，机械化程度都已很高。有一些国家采用熏烟法进行土壤消毒。除草剂的使用很广泛。水肥和菌根管理制度与苗木生物学特征关系甚大，为苗圃管理的中心。剪根工作很受重视，有三种设备：绷紧的金属丝；固定的水平刀片；振动的水平刀片，均可用拖拉机牵引。移植工作用移植机，每天8小时工作效率可移植8—12万株。有各种类型的起苗机，8小时可起苗50—100万株。冷藏苗木自1960年以来在加拿大、美国、挪威等国应用。冷藏苗木可延长造林季节。

当前，关于苗木品质问题受到注意。多数认为，当前采用的形态指标不可靠，而应采用生理指标。已表明，苗木的化学组成、叶重、根的再生能力可以表明苗木生理状况。采用红外线和荧光的光谱法似乎最有前途，但这方面还需做很多工作。

容器苗是在六十年代才发展起来的一种新的育苗技术。主要是在瑞典、芬兰、加拿大等国。1974年瑞典容器苗在造林中的比重已达40%，芬兰达30%。1975年美国容器苗占苗木总产量的5%。1973年，加拿大容器苗比重占10%左右，但阿尔伯达省已占75%。1974年，日本容器苗占3%。巴西是容器苗发展很快的国家，它的比重已占92%。

育苗容器可分为三种基本类型：育苗管、育苗块和育苗模子。育苗管有外壁，需要填以生长介质，栽植时苗仍在管内。育苗块无外壁，本身既是容器，也是生长介质。育苗模子也需填入生长介质，但栽植前必须将苗从容器中取出，然后将生根苗连同生长介质一起定植。日本纸杯和瑞典多杯式塑料容器在各国较常用，前者属于育苗管类型，后者属于育苗模子类型。

容器中的生长介质，应具有一定的保水力和阳离子交换能力。在美国西北部地区，一般不用天然土壤，常用泥炭土和蛭石的混合物，有人也喜欢用磨碎的树皮，有的混入少量的砂和浮石。

培养容器苗的设备多种多样。由裸露的田间条件，到简单的遮阴结构，由有热设备的简易温室到能控制温度、湿度、光照、CO₂浓度并具有供应养料、水份、杀菌剂、杀虫剂的喷洒系统的现代化温室。目前有些类型的容器，它的填装过程已实现全盘机械化。如瑞典采用日本纸杯，一个系统每天能装20—30万个杯孔。

因为容器育苗刚刚发展，许多问题还待研究。容器的材料、形状和规格，介质的材料和施肥、病虫害防治等方面均有许多问题需要解决。关于其栽植效果，因为年限较短，也缺乏深入研究。

(四) 造林地准备

清除植被最原始的办法是用手工砍伐工具，以后被动力锯代替。大面积作业时，国外常用机械。一个时期推土机应用很普遍，近来则有被安有剪切刀片的履带式拖拉机代替的趋势。在干旱和半干旱地区，链条清除是最经济的办法。在美国大西洋和海湾沿岸平原，广泛采用切碎机，它能处理直径10厘米以下的植被。用火清除植被在一些地区（如新西兰）还在应用。也可用除草剂杀死植被，然后再火烧或任其就地腐烂。应用最广的除草剂有2,4-D或2,4,5-T及其衍生物。对于禾本科占优势的植被，可用西玛津等。

关于整地，在水分条件良好、土壤深厚的条件下，采取全面整地或带状整地。水分过多的沼泽地，用单壁或双壁的开沟犁作成通气较好的高垅，以利于根系的初期发育。在降水少的地区，摩洛哥和阿尔及利亚等地采用深松心土的办法（达60—80厘米），造林很成功。在山地，日本采用水平条整地（被称为步道阶段造林），幼林的生长优于普通整地方法。苏联山地小于4°时用全面整地，5—12°用带状整地，13°以上用梯田机或推土机修筑梯田。从世界范围来看，采取工程量大的整地方法是普遍的趋势。

(五) 栽植和直播技术

在加拿大、美国、苏联等国，机械栽植在全部造林面积中约占一半。具体方法有：（1）人力携带或推动的动力钻，（2）由拖拉机牵引的犁耕植树机，（3）安装在拖拉机上的植树钻。加拿大1969年曾在不列颠哥伦比亚省试用固定翼飞机造林，用装在塑料弹中的生根幼苗，于破过土的土壤中，成活率达75%。为探索更有效的机械植树方法，奎克务德植树机是一个尝试，新设计的栽植臂通过直接的插入和撤回（而不是靠一般的转动轮），可进行块状栽植。通过液压系统控制栽植深度。此种机械还需进一步改善和简化。

对于保证栽植造林的成活，苗木状况（包括苗木类型、年龄、质量等）和整地占重要地位。在这方面，抗蒸腾剂的研究很有意义，其中，代谢抑制剂比较有希望。用化学药物处理苗木根系，可促进栽后2—4周内根的迅速发育。这种方法可使某些树种在不良条件下第一年的成活率提高10—30%。美国在干旱地区造林，曾经试验过用木瓦和枝条遮阴，铺覆碎石、纸、木片、塑料、稻草、沥青等一系列减少蒸发和削弱蒸腾的措施。

尽管直播造林逐渐为栽植造林所代替，但它在一些国家中还占一定的比重。1961—1972

年，美国直播造林占造林总面积的14%。同期，加拿大占10%左右。直播造林的突出优点是成本低，加拿大西部，每英亩直播成本为20.5美元，栽植成本为55美元。但是，直播后形成的幼林，时常疏密不均，并且成功的把握较小。

机械直播和飞机直播，在美国、加拿大、意大利、西班牙等逐渐代替人工直播。这是因为飞机直播和机械直播效率高。据美国南部地区湿地松直播造林的材料，一天的效率飞机为600公顷，直升飞机为1,000公顷，播种机为35公顷，人工不超过8公顷。不论采用何种直播方式，直播成功的重要因素是通过整地使土壤裸露。据加拿大的经验，成带状地破土面积达40%左右比较合适。直播的大敌是鸟兽对种子的危害。美国和加拿大过去几年直播的成功，很大程度上归之于采用如安德林和阿拉散〔双-(二甲基氨基甲硫羧酰)-二硫的商品〕这样的化学药物。因为阿拉散对人有害，自1969年起被禁用，正在研究新的药物，据报道，一种称作R-55的新药剂使用效果较好。

(六) 施肥和调节土壤水分

1950年以前林业上很少施肥，1950年以后，日本、北欧和中欧等地的施肥开始发展，六十年代更有大的发展，瑞典和芬兰占领先地位。截止1970年，全世界施肥面积约为200万公顷，1970—1972年，施肥面积又增加200万公顷。估计到1980年，施过肥的林地总面积将有1,300—1,600万公顷。在施肥林地中，人工林占主要地位。当前，不少国家在一些地区，施肥已成为常规林业实践。1973年，联合国粮农组织和国际林业研究组织联合会召开了林地施肥座谈会，讨论了下述问题：(1)营养紊乱的诊断，(2)肥料种类和施肥方法，(3)基因型对肥料的反应，(4)肥料与立地因素的相互作用，(5)肥料与对不良因素的抵抗力，(6)不同年龄林分的施肥，(7)肥料对木材品质的影响，(8)施肥经济学，(9)施肥对环境的影响。

调整土壤水分的措施在寒温带国家是排水。排水面积较多的国家有芬兰、苏联、瑞典等国，到1975年为止，它们的排水总面积分别为470万公顷，410万公顷和150万公顷。排水沟间距一般为50—100米，排水沟深70—100厘米。沼泽林地的类型和排水设施、措施是各国排水研究的中心。在干旱地区，林地灌溉也日益广泛地开展起来。

三、总的发展趋势

从国外造林技术近20多年的发展中，我们可以看出，它的主要发展趋势有三点，即集约栽培、机械化以及科学研究，尤其是与造林有关的基础学科的研究对造林技术的推动作用越来越大。

(一) 实行集约经营

从种子生产方面来看，由随便采种发展到种子林，由种子林又发展到种子园，是各国的共同趋势。由选择树种到选择地理种源、栽培种、无性系，说明对树种选择工作的要求越来越高。这两方面可以概括为良种化。育苗工作的发展道路是由裸根苗向容器苗方向发展，而