



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

Wood Protection



木材保护学 (第二版)

李 坚 主编



科学出版社

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

木材保护学

(第二版)

李 坚 主编

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书论述了我国的林木资源及其合理、高效的利用,木材、人类与环境的关系,木材保护中的环境污染与净化;重点阐述了木材的生物学特性、木材漂白与染色、木材防腐、木材防虫、木材阻燃、木材强化、木材尺寸稳定性和耐候性的基本概念、作用原理、处理方法及现代波谱分析技术。

本书适于普通高等院校木材科学与工程专业本科生使用,也可作为相关专业人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

木材保护学/李坚主编. —2 版. —北京:科学出版社,2013.3

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

ISBN 978-7-03-036851-5

I. ①木… II. ①李… III. ①森林保护-高等学校-教材 IV. ①S76

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 039945 号

责任编辑:吴美丽 刘 晶/责任校对:朱光兰

责任印制:阎 磊/封面设计:卢秋红

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>

铭浩彩色印装有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2006 年 12 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2013 年 3 月第 二 版 印张:19 1/4

2013 年 3 月第四次印刷 字数:444 000

定价:38.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

根据全国普通高等林业院校农林工程教学指导委员会林业工程分委员会推荐、专家评审和教育部批准,现将原“九五”国家级重点教材、面向 21 世纪课程教材——《木材保护学》按照普通高等教育“十一五”国家级规划教材的要求进行修订再版,作为普通高等教育“十一五”国家级规划教材出版。

本书的立意如下:

(1) 顺应“开发新型工程材料资源和保护人类生存环境”这一国际性经济建设与发展的主题,运用科学技术的力量,保护木材、改良木材,使木材这种可再生循环、永续利用的资源,在经济建设中起到更重要的作用,产生巨大的社会效益和经济效益。

(2) 总结了作者长期从事木材保护学教学和科研工作的经验与体会,并将国内外有关木材保护学方面的先进研究方法、现代测试手段及国际前沿研究的最新成果纳入书中。

(3) 进入 21 世纪,森林被认为是保障地球环境、维护人类生存的重要因素。人类认识到以破坏环境和资源为代价谋求发展是一条危险的道路,因此需要木材科学与工程工作者站在新的高度、用新的眼光展望和规划 21 世纪木材工业的发展。本书注重培养学生树立热爱自然、保护资源和维护环境的意识,珍重和发展木材、人类与环境的关系,进而实现木材资源的合理利用、高效利用和可持续发展,以及不断提高人类的生活质量。

(4) 有关木材的生物学特性及木材保护方法和原理等内容也适用于其他生物质资源的保护与利用,因此对 21 世纪世界瞩目的“生物质工程”的实施具有科学价值。

本书在修订过程中,在主要章节更新了一些内容:①加入了一些近年来编者和我国学者相关的研究成果;②考虑到作为教材的简明性,对原版中的部分章节予以凝练。

本书适用于高等院校木材科学与工程专业,也适用于木材保护与改性、家具、室内装饰和其他相关专业。

本书由李坚统稿。李坚编写前言、第 1 章、第 2 章、第 5 章和第 8 章,方桂珍和常德龙编写第 3 章,李坚和李淑君编写第 4 章,李坚和王清文编写第 6 章,杨文斌编写第 7 章,刘一星编写第 9 章,方桂珍编写第 10 章,张世润编写第 11 章和附录。

限于编者水平,书中欠妥和疏漏之处在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

2012 年 11 月

目 录

前言

1 绪论	1
1.1 我国的森林资源	1
1.1.1 稀有和名贵树种多	2
1.1.2 竹林资源广阔分布	3
1.1.3 经济林木非常丰富	3
1.1.4 红树林资源独特	4
1.1.5 森林资源尚有不足	4
1.2 资源保护与合理利用	8
1.2.1 资源保护与发展	8
1.2.2 资源的合理利用	9
1.3 木材、人类与环境	12
1.3.1 木材的视觉特性	13
1.3.2 木材的触觉特性	13
1.3.3 木材的听觉特性	14
1.3.4 木材的嗅觉特性	14
1.3.5 木材的调节特性	14
1.3.6 木材的生态学属性	16
2 木材的保护学特性	19
2.1 木材的生物分解	19
2.1.1 分解木材的微生物	19
2.1.2 木材组分的生物分解	20
2.2 木材的各向异性和变异性	20
2.2.1 木材的各向异性	21
2.2.2 木材的变异性	22
2.3 木材的可湿性	24
2.3.1 木材的润湿性	24
2.3.2 木材的吸湿性	27
2.4 木材的酸碱性	29
2.4.1 木材中的酸性成分	29

2.4.2 木材的 pH	29
2.4.3 木材酸碱性质与木材保护的关系	31
2.5 木材的加工性	33
2.5.1 机械加工	33
2.5.2 连接性能	34
2.5.3 化学加工	35
3 木材变色、漂白与染色	36
3.1 木材的变色与防治	36
3.1.1 木材的变色因素	36
3.1.2 木材变色的类型	36
3.1.3 木材脱色方法的确定	40
3.1.4 木材变色的防治	41
3.1.5 泡桐木材的变色与防治	47
3.2 木材漂白	58
3.2.1 木材漂白基本原理	58
3.2.2 木材漂白常用的化学药剂	60
3.2.3 木材漂白的影响因素	65
3.3 木材染色	67
3.3.1 木材染色原理和木材染色评价方法	67
3.3.2 木材染色用染料	68
3.3.3 木材染色的影响因素	72
3.3.4 单板的染色技术	73
3.3.5 薄木的染色技术	75
3.3.6 实木的染色技术	76
3.3.7 立木染色技术	77
3.3.8 木材的表面着色技术	79
4 木材防腐	81
4.1 真菌对木材的危害	81

4.1.1 形成真菌危害木材的必要条件	81	5.4.1 水存法	116
4.1.2 木材腐朽的类型	83	5.4.2 湿存法	116
4.2 木材防腐处理	85	5.4.3 熏蒸法	117
4.2.1 木材防腐机理	85	6 木材阻燃	119
4.2.2 木材防腐剂	85	6.1 木材燃烧过程	119
4.2.3 防腐处理工艺	87	6.2 木材阻燃处理	120
4.2.4 防腐木材的使用分类及质量要求	95	6.2.1 阻燃处理方法	120
4.2.5 防腐处理对木材性质的影响	96	6.2.2 常用的木材阻燃剂	121
4.3 木材防腐的新途径	98	6.2.3 无机阻燃剂	121
4.3.1 破坏和断绝微生物的生存之本	98	6.2.4 有机阻燃剂	124
4.3.2 采用微生物和树木提取物防治木材腐朽	99	6.2.5 木材及木质材料的阻燃处理	126
4.3.3 使用驱散剂排斥“高一级”生物危害木材	100	6.2.6 木质人造板的阻燃处理	127
4.3.4 通过化学改性提高木材防腐性能	101	6.3 阻燃机理	128
4.3.5 探索新型木材防腐剂	103	6.3.1 控制热降解、热分解过程	129
5 木材虫害与防治	107	6.3.2 控制着火过程	129
5.1 留粉甲虫对木材的危害与防治	107	6.3.3 控制有焰燃烧	130
5.1.1 粉蠹科	107	6.3.4 控制无焰燃烧和表面燃烧	130
5.1.2 窃蠹科	108	6.3.5 木材阻燃机理研究新进展	130
5.1.3 天牛科	108	6.4 阻燃处理对材性及加工性的影响	133
5.1.4 木材的防虫处理	108	6.4.1 强度	133
5.2 海生蛀木动物对木材的危害与防治	111	6.4.2 吸湿性	133
5.2.1 主要的海生蛀木动物	111	6.4.3 胶合性	134
5.2.2 海生蛀木动物的防治	112	6.4.4 涂饰性	134
5.3 白蚁对木材的危害与防治	112	6.5 阻燃处理木材的阻燃性能评价	134
5.3.1 白蚁的种类与分布	112	6.5.1 FRW 阻燃木材的难燃性和发烟性能评价	134
5.3.2 白蚁的危害与防治	113	6.5.2 燃烧和阻燃性能的综合评价——锥形量热仪法	137
5.4 火烧原木的防护	116	7 木质材料的耐候性	151
		7.1 影响木质材料耐候性的因素	151
		7.1.1 实木耐候性的影响因素	151
		7.1.2 人造板耐候性的影响因素	155

7.2 改善木质材料耐候性的方法	156	9.3 木材重组	214
7.2.1 实木耐候性的改善方法	156	9.3.1 概述	214
7.2.2 人造板耐候性的改善方法	163	9.3.2 重组木加工工艺与设备	216
7.3 木质材料耐候性的检测方法	164	9.3.3 重组木材特性	219
7.3.1 实木耐候性检测	164	9.3.4 重组木的发展与展望	220
7.3.2 人造板耐候性检测	165	9.4 木材塑合	220
8 木材的尺寸稳定化	167	9.4.1 WPC 的性能	221
8.1 木材与水分	167	9.4.2 单体与其他添加剂	222
8.2 尺寸稳定性的评定	168	9.4.3 聚合处理方法	222
8.3 尺寸稳定化的方法	170	9.4.4 WPC 的检验	224
8.3.1 防水处理	170	9.4.5 熔融挤出成型法制造 WPC	225
8.3.2 防湿处理	171	10 木材与保护剂作用机理和波谱分析	230
8.3.3 酚醛树脂处理	171	10.1 木材与保护剂的作用机理	230
8.3.4 聚乙二醇处理	172	10.1.1 防腐剂在木材内部的分布	230
8.3.5 热处理	174	10.1.2 木材与防腐剂的作用	230
8.3.6 乙酰化处理	180	10.1.3 木材与耐老化剂的作用	233
8.3.7 异氰酸酯处理	181	10.2 木材的红外光谱	233
8.3.8 聚合处理(制造木塑复合材料, WPC)	182	10.2.1 红外光谱的基本原理	234
8.4 木质人造板的尺寸稳定化	183	10.2.2 木材的红外光谱定性和定量分析	234
8.4.1 刨花板的分类	183	10.2.3 木材的红外光谱解析	235
8.4.2 刨花板的吸水、吸湿特性	183	10.3 木材的化学分析光电子能谱	239
8.4.3 加工条件对刨花板尺寸稳定性的影响	184	10.3.1 化学分析光电子能谱的基本原理	239
8.4.4 尺寸稳定化处理	185	10.3.2 木材的 ESCA 能谱解析	240
9 木材的强化	188	10.4 木材的核磁共振谱	241
9.1 木材层积	188	10.4.1 核磁共振谱的基本原理	242
9.1.1 概述	188	10.4.2 木材的核磁共振 ¹ H-NMR 谱	244
9.1.2 单板层积材(LVL)	189	10.4.3 木材的核磁共振 ¹³ C-NMR 谱	249
9.1.3 集成材(胶合木)	194		
9.2 木材压密	199		
9.2.1 普通压缩木	199		
9.2.2 表面压密化木材	200		
9.2.3 整形压缩木	204		

10.4.4 木材的固体核磁共振 CP/MAS ¹³ C-NMR 谱	257	11.2.2 水体的自然净化	272
11 木材保护中的环境问题	268	11.2.3 废水处理方法	273
11.1 “人类与环境”概述	268	主要参考文献	285
11.2 木材防腐工业中的环境保护	269	附录 1	290
11.2.1 污染水体的有害物质	270	附录 2	293
		附录 3	298
		附录 4	299

1 绪 论

本章将阐述我国的森林资源现状，以及资源的合理和高效利用，了解木材与人类、环境的关系，以增强人们对木材保护意义的认识。

1.1 我国的森林资源

森林与人类息息相关，没有森林就没有人类。

森林是陆地上最大的可再生资源库、生物质能源库、生物基因库，也是陆地上最大的“储碳库”和最经济的“吸碳器”。森林被认为是保障地球环境、维持人类生存的重要因素。森林不仅具有涵养水源、保持水土、防风固沙、保护物种、固碳释氧、净化环境等独特功能，还能为人类提供木材、药材、食品和能源等多种物质产品，并为人类提供森林观光、休闲度假、生态疗养和文化遗产的场所。

森林中一切对人类产生效益的物质都属于森林资源的范畴。其中，人类最先注意到，也是最先开始利用的物质之一便是林木资源。人类的生存依靠着森林所提供的各种财富，而木材便是其中最重要的财富之一。

我国幅员辽阔，气候多样，森林资源丰富。新中国成立以来，先后已经进行了7次全国森林资源清查。第七次全国森林资源清查（2004～2008年）结果显示：全国森林面积1.95亿 hm^2 ，森林覆盖率20.36%，森林蓄积137.21亿 m^3 ；人工林保存面积0.62亿 hm^2 ，蓄积19.61亿 m^3 ；森林植被总碳储量78.11亿t，年生态服务功能价值10.01万亿元。我国森林面积居俄罗斯、巴西、加拿大、美国之后，列世界第5位；森林蓄积居巴西、俄罗斯、加拿大、美国、刚果（民）之后，列世界第6位；人工林面积位居世界首位。历次全国森林资源清查结果主要指标状况见表1.1。

表 1.1 历次全国森林资源清查结果主要指标状况

清查间隔期	活立木总蓄积/万 m^3	森林面积/万 hm^2	森林蓄积/万 m^3	森林覆盖率/%
第一次（1973～1976年）	963 227.00	12 186.00	865 579.00	12.7
第二次（1977～1981年）	1 026 059.88	11 527.74	902 765.33	12.0
第三次（1984～1988年）	1 057 249.86	12 465.28	914 107.64	12.98
第四次（1989～1993年）	1 178 500.00	13 370.35	1 013 700.00	13.92
第五次（1994～1998年）	1 248 786.39	15 894.09	1 126 659.14	16.55
第六次（1999～2003年）	1 361 810.00	17 490.92	1 245 584.58	18.21
第七次（2004～2008年）	1 491 268.19	19 545.22	1 372 080.36	20.36

天然林是我国森林资源的主体,是森林生态系统的主要组成部分。由于我国施行了严格而有效的天然林保护政策,所以天然林资源得到了保护和发展。

全国天然林面积 11 969.25 万 hm^2 , 占有林地面积的 65.99%; 蓄积 1 140 207.18 万 m^3 , 占森林蓄积的 85.33%。天然疏林面积 367.31 万 hm^2 , 蓄积 9897.41 万 m^3 。

天然林面积中, 乔木林 11 559.12 万 hm^2 , 占 96.57%; 经济林 92.33 万 hm^2 , 占 0.77%; 竹林 317.80 万 hm^2 , 占 2.66%。天然乔木林每公顷蓄积量 98.64 m^3 , 每公顷年均生长量 3.40 m^3 , 平均郁闭度 0.58, 平均胸径 13.8cm, 每公顷株数 922 株。天然乔木林中, 纯林占 54.22%, 混交林占 45.78%。

黑龙江、内蒙古、云南、四川、西藏等省(自治区)天然林较多, 5 省(自治区)面积合计 6146.13 万 hm^2 , 占全国的 51.35%, 蓄积合计 767 503.53 万 m^3 , 占全国的 67.31%。

培育人工林资源是改善人居环境、缓解木材和林产品供需矛盾、促进地域经济发展的有效途径。

通过大力开展植树造林和全面绿化活动, 促进了中国人工林资源快速增长, 使我国人工林面积居世界之首。

全国人工林面积 6168.84 万 hm^2 , 占有林地面积的 34.01%; 蓄积 196 052.28 万 m^3 , 占森林蓄积的 14.67%。人工疏林面积 114.91 万 hm^2 , 疏林蓄积 1526.36 万 m^3 ; 未成林造林地面积 1046.18 万 hm^2 。

人工林面积中, 乔木林 3999.87 万 hm^2 , 占 64.84%; 经济林 1948.67 万 hm^2 , 占 31.59%; 竹林 220.30 万 hm^2 , 占 3.57%。人工乔木林每公顷蓄积量为 49.01 m^3 , 每公顷年生长量为 5.13 m^3 , 平均郁闭度为 0.52, 平均胸径为 11.7cm, 每公顷株数 901 株。人工乔木林中, 人工纯林占 86.80%, 混交林占 13.20%。

广西、广东、湖南、四川、福建等省(自治区)人工林较多, 5 省(自治区)面积合计 2257.57 万 hm^2 , 占全国的 36.60%; 蓄积合计 77 629.38 万 m^3 , 占全国的 39.6%。

我国地域辽阔, 自然地理和气候条件复杂, 拥有从热带雨林到温带针阔叶混交林和寒温带针叶林多种森林生态系统, 具有较高的生物多样性, 为我国林业实现高产、优质、高效持续发展提供了优越的条件。与其他国家或地区相比, 我国的森林资源具有森林分布广、树木种类繁多和木材品质良好等特点。

1.1.1 稀有和名贵树种多

我国是世界上森林树种最多的国家, 特别是珍贵稀有树种。据我国植物学家统计, 我国有种子植物 2 万余种, 其中属于森林树种的有 8000 余种。在这些树种中, 仅乔木就有 2000 多种, 而材质优良、树干高大通直、经济价值高、用途广泛的乔木树种约有千余种。针叶类的松、杉树种是北半球的主要树种, 全球约有 30 属, 而我国就有 20 属近 200 种, 其中有 8 个属为我国特有。这 8 个特有属是水杉属、银杉属、金钱松属、水松属、台湾杉属、油杉属、福建柏属和杉木属。阔叶树种更为丰富, 达 200 属之多, 其中许多是我国特有树种, 如珙桐属、杜仲属、喜树属、香果树属和

瘦椒树属等。

在种类繁多的树种中,有很多珍贵稀有树种,如水杉、铁杉、油杉、红豆杉、白豆杉、台湾杉、金钱松、陆均松、水松、雪松、竹柏、福建柏、珙桐、山荔枝、香果树、瘦椒树、紫檀、黄檀、格木、蚬木、樟树、楠木、红松、梓树、水青冈、榉树、柚木、轻木、铁力木、黄杨、天目木姜子、苦梓、桃花心木、花榈木、青皮、坡垒、红椿、海南木莲、青钩栲、木荷、核桃楸、水曲柳、黄菠萝、杉木、树蕨等。它们都是建筑、桥梁、车船、家具和工艺雕刻中不可缺少的良材美木。

国外早已绝迹而在我国独存的珍贵树种有银杉、银杏、水杉等。银杉是世界上极其珍贵稀有的孑遗植物,经第四纪冰川的浩劫,仅在我国西南部的冰川孔隙地带幸存下来,被誉为“植物中的大熊猫”,是世界上独一无二的罕见珍宝。

1.1.2 竹林资源广阔分布

我国是世界上竹类分布最广、资源最多、利用最早的国家之一,有竹子 99 类 40 属 400 余种。

竹子四季常青、鞭根发达、生长速度快、繁殖能力强,具有很高的生态、经济和文化价值。竹林具有涵养水源、保持水土、调节气候、净化空气、减少噪声等方面的功能;竹材作为木材的替代和补充材料,广泛用于建筑、交通、造纸、家具和工艺品制造等诸多领域,竹笋还是人们烹饪佳肴的膳食材料;竹子在中华文字、绘画艺术、工艺美术、园林艺术、民俗文化的传承和发展中起着重要的作用。

中国竹文化历史悠久,素有“竹子王国”之美誉。全国竹林面积 538.10 万 hm^2 ,其中毛竹林 386.83 万 hm^2 ,杂竹林 151.27 万 hm^2 ;竹林株数 829.00 亿株,其中毛竹 91.57 亿株,杂竹 737.43 亿株。毛竹林平均每公顷株数 1969 株,平均胸径 8.8cm。竹林分布在 19 个省(自治区、直辖市),其中竹林面积 30 万 hm^2 以上的有福建、江西、浙江、湖南、四川、广东、安徽、广西等 8 省(自治区),占全国的 88.64%。

我国的竹子资源大致可分为三大竹区:一为黄河、长江之间的散生竹区,主要竹种有刚竹、淡竹、桂竹、黄条金刚竹等;二为长江、南岭一带散生型和丛生型混合竹区,竹种以毛竹类为主,也有散生型刚竹、水竹、桂竹,混合型苦竹、箬竹以及丛生型慈竹、硬头黄竹、凤凰竹等;三为华南一带丛生型竹区,主要竹种有撑篙竹、青皮竹、麻竹、粉单竹、硬头黄竹和茶秆竹等。我国的竹材加工工业已研制出多种竹制产品,包括竹丝板、竹纤维板、竹碎料板、竹编胶合板、竹材胶合板、竹材层积板、竹木复合板、竹(拼花)地板、竹材模板等人造板产品,还有竹筷、竹席、竹牙签、竹梭等竹制品。我国竹林资源的开发利用对实现以竹代木、以竹养木具有重要意义。

1.1.3 经济林木非常丰富

经济林是我国森林资源的重要组成部分,为工农业生产和人们日常生活提供了丰富的粮油食品、干鲜果品、香料调料、木本药材及原料产品,对改善生态环境、调整农业结构、保障粮食安全、增加农民收入、促进区域经济发展发挥着重要作用。

根据用途不同,将经济林分为果树林、食用原料林、林化工业原料林、药用林和其他经济林等类型。经济林面积 2041.00 万 hm^2 , 其中果树林 1111.67 万 hm^2 , 食用原料林 545.71 万 hm^2 , 林化工业原料林 184.97 万 hm^2 , 药用林 37.67 万 hm^2 , 其他经济林 160.98 万 hm^2 。果树林和食用原料林面积较大, 分别占 54.47% 和 26.74%。广西、云南、湖南、广东、辽宁、江西、陕西、浙江等省(自治区)经济林面积较大, 8 省(自治区)合计 1123.34 万 hm^2 , 占全国的 55.04%。果树林较多的省(自治区)有广东、广西、河北、山东、陕西、福建、辽宁、云南、浙江, 9 省(自治区)合计占全国的 61.13%。

我国特有经济林, 不仅种类多, 而且很多属于我国特产。在众多的特有经济林中, 主要树种有: 漆树、白蜡树、油桐、乌桕、橡胶树、栓皮栎、杜仲、茶、桑、花椒、八角、肉桂、黑荆、枸杞、黄连木等。

1.1.4 红树林资源独特

红树林资源结构复杂, 树种多样, 具有独特的生态功能, 被人们称为“海上卫士”。

20 世纪 90 年代, 国家林业局制定了《中国 21 世纪议程林业行动计划》, 发布了《中国林业可持续发展国家报告》, 把红树林的可持续经营列入了重要议事日程, 建立了 25 处红树林自然保护区, 加强了红树林资源保护。

根据 2001 年全国红树林资源调查结果, 红树林资源各地类总面积 8.28 万 hm^2 。其中, 红树林面积 2.20 万 hm^2 , 占总面积的 26.6%; 红树林未成林地面积 0.19 万 hm^2 , 占 2.3%; 宜林地面积 5.89 万 hm^2 , 占 71.1%, 红树林具有较大的发展空间, 主要集中在广东、广西、海南、福建、浙江 5 省(自治区)。

此外, 中国的灌木林分布广, 面积大。全国灌木林面积 5365.34 万 hm^2 , 占全国林地面积的 17.66%。灌木林主要分布在西南和西北各省(自治区), 其中西藏、四川、内蒙古、新疆、云南、甘肃、青海和广西等省(自治区)面积较大, 8 省(自治区)合计占全国的 75.28%。

灌木耗水量小, 耐干旱、耐风蚀、耐盐碱、耐高寒, 具有很强的复壮更新和自然修复能力, 是干旱、半干旱地区的重要造林树种。在乔木树种难以生长的高山、湿地、干旱地区、荒漠地区形成的稳定灌木群落, 其生态防护效益非常显著。在我国生态脆弱的西部地区, 保护和发展灌木林资源对改善生态环境、促进区域经济发展、增加当地农民收入具有重要的意义。

1.1.5 森林资源尚有不足

与世界各国和地区森林资源相比较, 我国森林资源主要有以下不足。

(1) 森林资源少, 覆盖率低。我国森林资源的绝对量是可观的, 在世界上也占有一定地位, 但人均森林资源相对比较贫乏(表 1.2)。

表 1.2 世界部分国家森林资源主要指标

国家	森林面积		森林蓄积		人均森林面积		人均森林蓄积		森林覆盖率	
	×10 ³ hm ²	序号	×10 ⁶ m ³	序号	hm ² /人	序号	m ³ /人	序号	%	序号
全球	3 952 025		434 219		0.624		68.542		30.3	
中国	195 452	5	13 721	6	0.145	144	10.151	112	20.36	139
俄罗斯联邦	808 790	1	80 479	2	5.663	13	563.52	8	47.9	49
巴西	477 698	2	81 239	1	2.673	29	454.57	13	57.2	34
加拿大	310 134	3	32 983	4	9.721	5	1 033.89	5	33.6	91
美国	303 089	4	35 118	3	1.033	50	119.65	35	33.1	95
澳大利亚	163 678	6	—	—	8.135	6	—	—	21.3	137
刚果民主共和国	133 610	7	30 833	5	2.439	31	562.90	9	58.9	30
印度尼西亚	88 495	8	5 216	8	0.407	96	23.97	84	48.8	47
秘鲁	68 742	9	—	—	2.495	30	—	—	53.7	42
印度	67 701	10	4 698	10	0.063	178	4.35	124	22.8	129
瑞典	27 528	22	3 155	15	3.064	26	351.14	15	66.9	20
日本	24 868	23	4 249	13	0.195	126	33.26	71	68.2	18
芬兰	22 500	25	2 158	23	4.314	16	413.81	14	73.9	12
加蓬	21 775	27	4 845	9	15.848	4	3 526.20	3	84.5	7
法国	15 554	36	2 465	19	0.259	114	41.09	62	28.3	116
越南	12 931	41	850	45	0.157	141	10.35	109	39.7	71
德国	11 076	47	—	—	0.134	148	—	—	31.7	100
挪威	9 387	56	863	44	2.049	32	188.35	21	30.7	105
新西兰	8 309	60	—	—	2.046	34	—	—	31	103
韩国	6 265	69	502	60	0.130	149	10.43	108	63.5	25
朝鲜	6 187	70	395	68	0.272	111	17.37	91	51.4	45

资料来源：根据联合国粮农组织《2005 年全球森林资源评估报告》分析整理

我国森林资源总量不足，森林覆盖率只有世界平均水平的 2/3，排在第 139 位。人均森林面积 0.145hm²，不足世界人均占有量的 1/4；人均森林蓄积 10.151m³，只有世界人均占有量的 1/7。全国乔木林生态功能指数 0.54，生态功能好的仅占 11.31%，生态脆弱状况没有根本扭转。生态问题依然是制约我国可持续发展最突出的问题之一，生态产品依然是当今社会最短缺的产品之一，生态差距依然是我国与发达国家之间最主要的差距之一。

(2) 森林资源分布不均衡。受自然条件和社会经济发展状况的影响，我国现有森林主要分布于年降水量≥400mm 的东北、西南、东南和华南地区。在我国辽阔的西北地区，内蒙古中西部、西藏大部，以及人口稠密、交通方便和经济发达的华北和长江及黄河中下游地区，森林资源分布较少（表 1.3）。

表 1.3 全国各省（自治区、直辖市）森林资源主要指标排序

统计 单位	森林覆盖率		林地面积		森林面积		森林蓄积		活立木总蓄积		经济林面积		天然林面积		天然林蓄积		人工林面积		人工林蓄积		乔木林单位 面积蓄积量	
	%	序号	万 hm ²	序号	万 hm ²	序号	万 m ³	序号	万 m ³	序号	万 hm ²	序号	万 hm ²	序号	万 m ³	序号	万 hm ²	序号	万 m ³	序号	m ³ /hm ²	序号
全国	20.36	30	590.41	19	545.22	1	372 080.36	1	491 268.19	2	2 041.00	11	969.25	1	140 207.18	6	168.84	196	052.28	85.88		
北京	31.72	15	101.46	29	52.05	28	1 038.58	28	1 291.29	28	16.40	24	16.32	26	466.96	26	35.65	26	571.62	26	29.20	30
天津	8.24	29	14.22	30	9.32	30	198.89	30	277.01	30	3.86	28	0.44	30	12.06	30	8.88	28	186.83	28	36.43	28
河北	22.29	19	705.37	18	418.33	19	8 374.08	22	10 183.91	22	91.08	12	167.02	17	4 135.48	24	212.27	14	4 238.60	17	29.06	31
山西	14.12	23	754.58	17	221.11	25	7 643.67	23	8 846.96	23	45.38	18	115.21	23	5 804.72	22	102.74	22	1 838.95	24	44.33	24
内蒙古	20.00	21	4 394.93	1	2 366.40	1	117 720.51	5	136 073.62	5	19.78	22	1 397.13	2	110 146.56	5	303.91	7	7 573.95	10	70.02	11
辽宁	35.13	12	666.28	20	511.98	17	20 226.85	17	21 174.91	17	122.24	5	200.55	16	12 927.51	17	283.03	9	7 299.34	12	55.98	16
吉林	38.93	10	848.73	14	736.57	12	84 412.29	6	88 244.21	6	8.99	26	586.79	7	74 817.39	6	148.94	19	9 594.90	8	116.15	4
黑龙江	42.39	9	2 184.16	4	1 926.97	2	152 104.96	4	165 191.60	4	14.34	25	1 691.29	1	138 585.30	4	235.68	12	13 519.66	4	79.53	10
上海	9.41	28	7.46	31	5.97	31	100.95	31	275.20	31	2.28	29					5.97	29	100.95	31	29.69	29
江苏	10.48	25	128.64	28	107.51	27	3 501.75	26	5 022.59	26	29.46	20	3.36	29	93.92	29	104.15	21	3 407.83	20	47.04	20
浙江	57.41	3	667.97	19	584.42	14	17 223.14	18	19 382.93	18	112.52	8	316.98	14	11 214.86	18	267.44	10	6 008.28	16	43.76	25
安徽	26.06	18	439.40	23	360.07	20	13 755.41	20	16 258.35	20	56.85	14	150.08	19	6 732.19	20	209.87	15	7 023.22	14	50.79	18
福建	63.10	1	914.81	13	766.65	11	48 436.28	7	53 226.01	7	101.29	9	407.47	12	28 834.73	9	359.18	5	19 601.55	1	85.57	9
江西	58.32	2	1 054.92	11	973.63	7	39 529.64	9	45 045.51	9	120.33	6	681.76	6	28 794.82	10	291.87	8	10 734.82	7	51.46	17
山东	16.72	22	342.12	25	254.46	24	6 338.53	24	8 627.99	24	98.34	11	10.08	27	136.43	28	244.38	11	6 202.10	15	40.60	27
河南	20.16	20	502.02	22	336.59	21	12 936.12	19	18 051.16	19	51.13	16	119.20	22	5 456.00	23	217.39	13	7 480.12	11	45.65	21
湖北	31.14	17	822.01	16	578.82	15	20 942.49	15	23 121.55	15	55.68	15	411.49	11	16 734.70	15	167.01	18	4 207.79	18	41.24	26
湖南	44.76	8	1 234.21	7	948.17	8	34 906.67	10	38 177.20	10	158.21	3	483.49	10	18 888.34	12	464.04	3	16 018.33	3	48.05	19
广东	49.44	6	1 073.07	9	873.98	9	30 183.37	13	32 160.74	13	130.46	4	346.84	13	18 662.94	13	503.18	2	11 520.43	6	44.47	22

续表

统计 单位	森林覆盖率		林地面积		森林面积		森林蓄积		活立木总蓄积		经济林面积		天然林面积		天然林蓄积		人工林面积		人工林蓄积		乔木林单位 面积蓄积量	
	%	序号	万 hm ²	序号	万 hm ²	序号	万 m ³	序号	万 m ³	序号	万 hm ²	序号	万 hm ²	序号	万 m ³	序号	万 hm ²	序号	万 m ³	序号	m ³ /hm ²	序号
广西	52.71	4	1 496.45	6	1 252.50	6	46 875.18	8	51 056.78	8	196.96	1	517.88	8	29 747.20	8	515.52	1	17 127.98	2	58.11	15
海南	51.98	5	208.73	26	176.26	26	7 274.23	24	7 940.93	25	90.53	13	50.97	24	6 043.84	21	125.29	20	1 230.39	25	86.42	8
重庆	34.85	13	400.18	23	286.92	23	11 331.85	21	13 803.63	21	19.24	23	137.59	21	8 823.64	19	76.20	24	2 508.21	21	62.25	12
四川	34.31	14	2 311.66	4	1 659.52	4	159 572.37	2	168 753.49	3	99.56	10	897.77	4	146 211.28	3	415.65	4	13 361.09	5	136.94	3
贵州	31.61	16	841.23	16	556.92	16	24 007.96	14	27 911.53	14	48.05	17	259.39	15	15 289.58	16	199.86	16	8 718.38	9	60.31	13
云南	47.50	7	2 476.11	3	1 817.73	3	155 380.09	3	171 216.68	2	166.51	2	1 321.56	3	148 120.22	2	326.77	6	7 259.87	13	105.51	6
西藏	11.91	24	1 746.63	5	1 462.65	5	224 550.91	1	227 271.36	1	0.60	30	838.38	5	224 440.17	1	3.36	31	110.74	30	266.96	1
陕西	37.26	11	1 205.80	10	767.56	10	33 820.54	11	36 144.16	11	116.11	7	503.38	9	31 789.41	7	183.27	17	2 031.13	22	59.65	14
甘肃	10.42	26	955.44	18	468.78	18	19 363.83	17	21 708.26	16	25.71	21	158.46	18	17 341.45	14	80.77	23	2 022.38	23	90.73	7
青海	4.57	30	634.00	22	329.56	22	3 915.64	26	4 413.80	27	0.36	31	31.42	25	3 621.46	25	4.44	30	294.18	27	110.30	5
宁夏	9.84	27	179.03	29	51.10	29	492.14	29	625.93	29	4.45	27	5.16	28	306.02	27	10.38	27	186.12	29	44.38	23
新疆	4.02	31	1 066.57	13	661.65	13	30 100.54	13	33 914.50	12	34.30	19	141.79	20	26 028.00	11	61.75	25	4 072.54	19	177.86	2
台湾	58.79	—	210.24	—	210.24	—	35 820.90	—	35 874.40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
香港	17.10	—	1.92	—	1.92	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
澳门	21.70	—	0.06	—	0.06	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

注：1. 全国森林面积含国家特别规定的灌木林新增面积，各省（自治区、直辖市）森林面积含国家特别规定的灌木林面积；
2. 台湾省数据来源于《第三次台湾森林资源及土地利用调查（1993年）》；
3. 香港特别行政区的森林面积来源于香港环境资源顾问有限公司2003年在香港特区政府持续发展组的委托下编写的《陆上栖息地保护价值评级及地图制》；
4. 澳门特别行政区数据来源于《澳门2006年统计年鉴》，森林面积为总绿化面积，该森林覆盖率指绿化面积占土地面积的比例；
5. 全国经济林面积、天然林面积蓄积、人工林面积蓄积、乔木林单位面积蓄积量不含香港特别行政区、澳门特别行政区和台湾省数据

从森林资源绝对量来看,各省(自治区、直辖市)差异也很大。我国森林资源总的分布特点是边疆省区多、内地少;经济发达、人口众多的地区少,经济落后、人烟稀少的地区多;东北和西南地区较集中。

(3) 用材林多,防护林少;各林种比例不够合理,同充分发挥森林资源多种效益的要求是不适应的。

(4) 森林资源质量不高。乔木林每公顷蓄积量 85.88m^3 ,只有世界平均水平的 78%,平均胸径仅 13.3cm;人工乔木林每公顷蓄积量仅 49.01m^3 ,龄组结构不尽合理,中幼龄林比例依然较大。森林可采资源少,木材供需矛盾加剧,森林资源的增长远不能满足社会经济发展对木材需求的增长。

我国现有森林资源的质量同世界上林业发达的国家相比,其主要差距是:林业用地中有林地所占比重小;单位面积蓄积量低;森林生长率不高。因此须采取多种有效措施,提高林地用地的利用率,加强现有森林经营管理,提高森林生产力,从而提高森林资源质量,实现可持续发展。

1.2 资源保护与合理利用

1.2.1 资源保护与发展

据中国林业主管部门国家林业局森林资源管理司发布的“第七次全国森林资源清查及森林资源状况”,文中显示了第六次全国森林资源清查(1999~2003年)与第七次清查时间间隔五年,我国森林资源发生了重要变化,其主要特点是:

- (1) 森林面积蓄积持续增长,全国森林覆盖率稳步提高;
- (2) 天然林面积蓄积明显增加,天然林保护工程区增幅明显;
- (3) 人工林面积蓄积快速增长,后备森林资源呈增加趋势;
- (4) 林木蓄积生长量增幅较大,森林采伐逐步向人工林转移;
- (5) 森林质量有所提高,森林生态功能不断增强;
- (6) 个体经营面积比例明显上升,集体林权制度改革成效显著。

总之,第七次全国森林资源清查结果充分显示了我国林业建设取得的巨大成就,同时也深刻揭示出森林资源保护和发展工作中面临的一些问题,诸如森林资源总量不足、生态脆弱状况没有根本扭转、森林资源质量不高、林地保护管理和造林难度大等。

针对这些具体问题,国家林业局提出了森林资源保护与发展的 8 项措施:

- (1) 加快推进造林绿化,稳步增加森林资源总量;
- (2) 全面加强森林经营,着力提升森林质量和效益;
- (3) 扎实推进集体林权制度改革,激发森林资源发展动力;
- (4) 加大依法治林力度,保障森林资源安全;
- (5) 坚持科技兴林,增强森林资源可持续发展能力;
- (6) 加强森林资源管理基础建设,提高森林资源保护管理水平;
- (7) 大力增加森林固碳总量,提高林业应对气候变化能力;
- (8) 积极开展国际合作与交流,提高我国林业的国际影响力。

为实现我国森林资源保护发展目标和具体要求,各林业部门、生产企业和广大林业工作者应该继续坚持“严格保护、积极培育、科学经营、持续利用”的森林资源方针,着力推进现代林业建设和森林资源的可持续发展。

1.2.2 资源的合理利用

世界木材生产量在逐年下降,主要是因为易于获得的针叶材和阔叶材的大量消耗以及来自环境保护方面的限制,使木材供应来源逐渐减少,而受影响最严重的是那些传统的木材生产区。与此相反,木材的需求量却在明显增加,并且随着世界人口的增加,木材消耗量也越来越大。我国人均木材消耗量仅为世界人均消耗量的 1/3。若达到世界人均消耗水平,这是我国现有森林资源所不能满足的。因此,保护好现有的森林资源,合理利用有限的资源和挖掘资源潜力,提高木材的综合利用率和加工质量,是缓解木材供需矛盾的重要举措。

1.2.2.1 充分利用采伐和加工剩余物

要充分利用林区的采伐、造材和木材加工剩余物,大力生产木片,开展小材小料加工,发展人造板生产。木片是造纸、纤维板和刨花板生产的原料。利用采伐和加工剩余物及小径木、枝丫材生产木片,发展造纸和人造板工业,在国际上被称为“速效林业”,已成为林产品国际贸易的大宗商品。

现在,应该利用当前多数林业局原木计划产量调减、运材能力过剩的条件,迅速扩大木片生产;组织和协调有关部门,解决阻碍木片发展速度的诸多因素,如木片的长途运输和储存问题,木片的价格、税收和销售渠道等问题,以促进木片生产的发展。

1.2.2.2 加强技术改造,提高原木加工质量

除少部分直接以原木形式利用外,绝大部分原木都要经过锯割加工之后才能利用。因此,制材加工质量和技术水平,对木材能否得到合理利用、提高木材利用率有着极为重要的影响。

(1) 实行规范化管理。一定要分树种、等级、材长和径级进锯,结合需要制订生产计划,“按户供料”、“专料专用”。根据各用材单位的锯材数量及质量要求,制订好主副产品搭配的作业计划,按时、保质、保量完成;学习制材先进技术,不断提高锯材质量,力争达到锯材不用刨光而只经过砂光就可使用的程度。

(2) 加强对制材企业的技术改造。对制材企业技术改造,要以提高产品质量、木材利用率及经济效益为中心,应根据原木的树种、径级范围、质量状况、产品要求,使产品定向化,使锯机设备专门化,向专业化制材方向发展,试制高精度、高张紧度锯机,强化对旧设备的维修和改造,因地制宜地选择制材工艺,提高制材工人素质和技术水平。

(3) 注重木材的预干燥。木材干燥是制材产品结构改革范围内必须考虑的问题,也是制材传统产业技术改造的一个重要方面。经过预干燥使木材达到运输含水率的要求,在贮运过程中可减少变形、开裂或霉变等。