

乔木树冠与森林修剪

杜宏彬 吕世新 潘克昌 编著



中国农业科学技术出版社

乔木树冠与森林修剪

杜宏彬 吕世新 潘克昌 编著

中国农业科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

乔木树冠与森林修剪/杜宏彬, 吕世新, 潘克昌编著. —北京:
中国农业科学技术出版社, 2009.1

ISBN 978-7-80233-771-8

I. 乔… II. ①杜… ②吕… ③潘… III. 乔林—修剪
IV. S753.51

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 187948 号

责任编辑 李功伟

责任校对 贾晓红 康苗苗

出版者 中国农业科学技术出版社

北京市中关村南大街 12 号 邮编: 100081

电 话 (010) 82109704 (发行部) (010) 82109708 (编辑室)
(010) 82109703 (读者服务部)

传 真 (010) 82109709

网 址 <http://www.castp.cn>

经销者 新华书店北京发行所

印刷者 中煤涿州制图印刷厂

开 本 850mm×1 168mm 1/32

印 张 3.375

字 数 100 千字

版 次 2009 年 1 月第 1 版 2009 年 1 月第 1 次印刷

定 价 28.00 元

—❖ 版权所有·翻印必究 ❖—

前 言

林业是我国社会主义现代化建设的重要组成部分。发达的林业，是国家富足、民族繁荣、社会文明的标志之一。而乔木树种则成为林业生产和研究的主要对象。

光合作用是地球上最重要的化学反应，构成作物产量的决定性因素。绿色植物各物种的植株高低和生长方式不相同，其光能利用效率和空间效益也不一样。乔木树种树杆直立、主干明显，特具天然高度优势，是绿色植物中的佼佼者，其生物产量和生态效益自然也是最高的。这是因为绿色植物的生长要受到土地面积的极大限制，其水平方向的发展余地非常有限；而受到空间垂直方向的限制却相对较小，其增产的潜力在某种程度上可说是无限的。本著作紧紧围绕着树木的光合作用，重点研究了乔木树种的树冠形状和冠型类别及其光能利用效率，并据此提出了与之相适应的森林修剪新方法。这就是对林木实施以轻度修枝和纵向修剪为主要内容的修剪技术措施，人工塑造长冠型和窄冠型兼备的较理想树冠冠型，以达到显著提高林木光能利用效率和森林生物产量的目的。

该森林修剪方法，不但适用于用材林，更适用于以乔木树种为主体的城市森林和生态公益林。此外，还可应用于部分风景林和一部分经济林。

经济林木的修剪，尤其是果树的修剪，很早就有之，并已成为当今增产技术的必备措施。但是，对于其它大多数林种，特别是用材林和生态公益林来说，却是一种全新的技术。



修剪必须适应树种特性和森林生长规律。就以乔木树种为主的城市森林和用材林及生态公益林而言，修剪旨在发挥高度优势，力求取得最大的空间效益。具体地说，就是要在确保树杆高度的同时，务必塑造长冠型和窄冠型兼有的较理想树冠冠型。而这种冠型塑造，必须通过轻度修枝和纵向修剪才能实现。但目前森林修枝修剪还缺少规范。历史上，森林皆不修剪；而传统的修枝，强度往往过大。二者都严重影响到林木的正常生长。故此亟需制定一个规范标准。

人们担心的是，该项技术的实施难度较大；疑虑的是，此举是否合算和值得？然而，应当强调的是，正是这种新的修剪方法，才顺应了森林生长客观规律和林木持续生长的需求。恰恰是轻度修枝，塑造了长冠型树冠，才使树木枝下高度得以降低，才能使人工爬树变得容易起来，并可节省大量用工；也恰恰是纵向修剪，塑造窄冠型树冠，修剪后侧枝长度较短，才能大大方便实施操作。因此，应用该项技术，实际上比果树等乔木经济林的修剪，更为简便易行。

新昌县有关科技人员，经过数年的艰辛努力，在乔木树冠研究和森林修剪技术方面，取得了显著成绩，并获得 10 余项国家发明专利。这些专利，凡经征得专利权人同意后，均许可无偿使用（见参考文献 [4]、[9]、[10]、[11]）。

从历史上看，修剪技术，最早起始于部分农作物，后来才逐渐推行到花木和经济林上来。其所应用的植物品种和范围不断扩大，这说明修剪技术是不断发展的。目前，尽管在用材林和生态公益林等林种方面普遍实行森林修剪的新技术，还有一定难度，尚处于初始阶段。但是，该项技术符合树木生长的客观规律，是提高乔木生物产量的必然要求；而且实际的效果显著，实施操作较为简便易行。故随着社会生产活动的不断深入，人们对自然规律认识的深化，传统林业向现代化林业转



变，人类与自然和谐发展以及对环境友好型社会建设的需要。森林修剪这项新技术，必将被逐渐地应用到以乔木树种为主的城市森林上来，被逐渐应用到用材林和生态公益林上来；成为和森林间伐抚育同等重要，乃至更为重要的一项常规营林技术措施，愈益发挥出更大的独特的作用。

本书在撰写过程中，得到有关领导和同行的大力支持。其中，部分章节承浙江省林业种苗管理总站原站长、教授级高级工程师高林的审阅指教；第九章有关群体造林内容曾受到前浙江省林业科学研究所原所长周重光教授和杭州植物园原主任章绍尧高级工程师的指导；第十章“森林修枝修剪技术规范”中的“术语”英文，由浙江省北仑中学英语特级教师吕吉尔翻译；书中插图为刘振华同志所绘制并扫描。谨此一并致谢！

由于本著作所涉及的概念和内容，大多是新的，加上我们水平的限制，书中定有不足之处，敬希读者批评指正。作者的通讯地址是浙江省新昌县南明街道茶亭新村 61 幢 121 号；邮编：312500；联系电话：0575 - 86228483；电子邮箱：kdcdbh@ qq. com。

编 者

2009 年元月 5 日

目 录

第一章 乔木树冠的组成	(1)
一、叶 子	(1)
二、枝 条	(4)
第二章 从树冠形状到树冠冠型	(9)
一、树冠形状	(9)
二、树冠冠型	(10)
三、树冠长度与树木生物产量	(15)
四、树冠幅度与树木生物产量	(15)
五、调整林分结构适应光照需求	(15)
第三章 树冠采光面积和树冠采光面积系数	(18)
一、叶面积和树冠采光面积	(18)
二、叶面积系数与树冠采光面积系数	(19)
三、树冠采光面积系数与树冠长度	(22)
四、树冠采光面积系数与树冠幅度	(23)
五、树木的理想冠型	(25)
第四章 树冠绿叶层研究	(28)
一、功能性枝段和树冠绿叶层	(28)
二、非功能性枝段和无效空间区	(29)
三、树冠绿叶层与树冠长度	(30)
四、树冠绿叶层与树冠幅度	(32)
五、几点结论	(34)



六、林木修枝修剪技术何以能够方便操作	(36)
第五章 乔木树种宜少修枝忌截杆	(37)
一、乔木树种的空间效益	(37)
二、乔木树种的树木高度和树冠长度	(37)
三、传统修枝截杆方法及其弊端	(39)
四、新的修枝方法和少修枝忌截杆的好处	(41)
五、修枝强度	(44)
六、修枝季节和间隔期	(45)
七、适用范围	(45)
第六章 森林纵向修剪	(46)
一、修剪与纵向修剪	(46)
二、从树木侧枝的功能出发	(46)
三、为促进和控制侧枝而修剪	(48)
四、纵向修剪就是塑造窄冠型树冠	(49)
五、修剪强度	(54)
六、修剪间隔期与修剪季节	(56)
七、修剪和修枝的关系	(56)
八、小结	(57)
九、适用范围	(57)
第七章 树木疏枝	(59)
一、树木疏枝的含义	(59)
二、疏枝对象	(59)
三、疏枝作用	(60)
四、疏枝方法	(62)
五、疏枝强度	(63)
六、疏枝林龄	(63)
七、疏枝季节	(64)
八、适用范围	(64)



第八章 树木侧枝更新	(65)
一、侧枝更新的含义	(65)
二、侧枝更新的对象	(65)
三、侧枝更新的作用	(66)
四、侧枝更新的方法	(67)
五、侧枝更新林龄和季节	(69)
六、侧枝更新强度和顺序	(69)
七、特殊的侧枝更新方式	(70)
八、适用范围	(71)
第九章 群体造林林木及其树冠	(72)
一、群体造林的特点和方法	(72)
二、群体造林的生产效益	(75)
三、群体造林林木树冠特征	(77)
四、群体造林林木的修剪和疏枝	(78)
五、群体造林林木增产机理	(78)
第十章 森林修枝修剪技术规范	(80)
一、主题内容与适用范围	(81)
二、术语	(82)
三、总则	(85)
四、树冠冠型	(85)
五、轻度修枝	(86)
六、纵向修剪	(88)
七、疏枝	(91)
八、侧枝更新	(92)
九、钩梢	(94)
十、特殊林种的修剪修枝	(95)
十一、修枝修剪抚育作业设计及施工程序	(96)
参考文献	(99)

第一章 乔木树冠的组成

乔木树种具有高大的主干，多次分枝组成庞大的树冠，一般可以明显地分为树冠和枝下高两部分，树冠指全部分枝、叶的总体；枝下高指最下第一级侧枝以下的主干部分（图 1-1）。

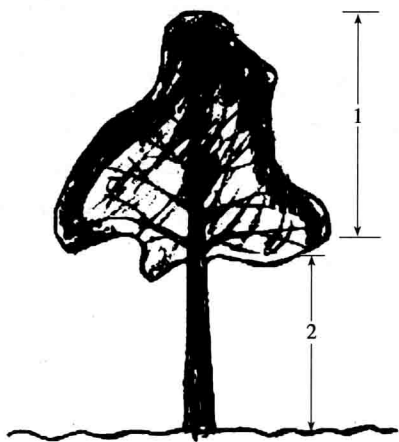


图 1-1 乔木树冠示意图

1. 树冠 2. 枝下高

一、叶 子

1. 叶子的功能

叶子是植物进行光合、蒸腾和气体交换的主要器官。其中



光合作用又是绿色植物产量的决定因素；因为树木生长，归根结底要靠叶子的光合作用。因此，叶子数量的多少和叶片质量（生长）的好坏及其光合效率的高低，至关重要。

2. 叶片的构造

叶片的形状一般是扁平的，有利于以较大的面积接受光能和吸收二氧化碳。叶片表皮上，尤其下表皮上，有很多小孔，这是气孔。气孔由一对半月形的保卫细胞组成。在上下两层表皮之间是叶肉。构成叶肉的细胞含有许多扁圆的绿色颗粒——叶绿体，光合作用就是在这里进行的。根据细胞的形态和排列方式，可将叶肉分为两部分。接近上表皮的栅栏细胞层，细胞排列得很整齐，便于大量吸收光能进行光合作用。接近下表皮的海绵细胞层，细胞排列得很疏松，细胞间有很大空隙，便于由气孔进入的空气迅速到达内部。在叶内，还有纵横交错的输导组织如双子叶植物或平行的输导组织如单子叶植物。

叶脉是叶片输入大量水分、少量矿物质和输出光合作用产物——有机物的通道。在叶脉里面，有结构和功能不同的两套管道。水分主要由其中的木质部输送，这是死细胞组成的导管。有机物等主要由其中的韧皮部输送，这是新陈代谢很旺盛的活细胞构成的筛管。

3. 叶子年龄

树木叶子的年龄，有如下几种情况。

(1) 一龄叶

一般落叶树种均为一龄叶，通常是当年长出，当年枯死脱落的叶子。如檫树、泡桐、水杉和枫香等。

(2) 二龄叶

常绿树种大多数为二龄叶，是头年长出，次年枯死脱落的叶子。如香樟、木樨、杜英和马尾松等。



(3) 三龄及三龄以上叶

皆为常绿树种，是第一年长出，到第三年或3年以上枯死脱落的叶子。如苦丁茶、广玉兰、日本冷杉和柏木等，三龄及三龄以上叶龄的树种占少数。

绝大多数树种，在一生中的叶龄不变，犹如以上所列举的树种那样。但也有绝少数树种，如毛竹（*P. pubescens*）、刚竹（*P. bambusoides*）等，第一度（次）新竹的叶龄为3年；第二度及其以后的叶龄为2年，由此产生（竹笋）大小年现象。这就是部分竹种的所谓“二年一度”说。

叶子是光合作用的主要器官，但并不是所有叶片的光合效率都是一样的。同一树种，叶龄不同，其光能利用效率也不同。其中以壮龄叶的效率最高；幼龄叶次之，效率较差；老龄叶不但无所作用，有时反倒有害。因此在某些情况下，需要适当控制幼龄叶；着重培育保护青壮龄叶；对老龄叶予以限制或剪除。以提高叶子光能利用效率，促进树木主干的生长。

4. 林木叶子的否定之否定规律

我们知道，叶子是光合作用的载体，而光合作用对作物产量的构成有决定性意义。乔木树种的幼中龄林期，当森林将近郁闭或刚郁闭之后，林木叶面积和叶面积系数均达到了较大值，并且在短时期内无多大变化。但是，叶子既是光合作用的主要器官，也是造成森林郁闭和遮蔽的主要因素。随着时间的推移，由于郁闭后森林光照环境日趋恶化，大部分叶子逐渐失去光合作用功能，叶面积和叶面积系数迅速减少，从而使林木生长量急剧下降——这是叶子对自身的否定，即第一次否定。此时，倘能调整林木结构，实施诸如侧枝修剪和间伐抚育等技术，打破森林郁闭状态，改善林分光照条件，则叶面积和叶面积系数又会重新较快增加，林木生长量也会再次迅速上升——这是叶子对自身否定之否定，即第二次否定。由此可见，叶子



也必然要遵循唯物辩证法基本规律之一的否定之否定规律。如果只有第一次否定，而无第二次否定，叶子就不能恢复和发挥有效功能，林木就不会持续快速生长。一般地说，在事物发展过程中，经过两次否定，从肯定到否定，又从否定到否定之否定。由此推动事物从低级到高级，由简单到复杂的无限发展过程。这不是直线式的，而是曲折的、螺旋式、波浪式的发展过程。

二、枝 条

1. 枝条的作用

枝条（侧枝），又叫带叶的茎，即由芽生成的茎或其分枝。对于乔木树种来说，枝条（侧枝）是相对于主干而言。枝条构成树冠的骨架。在枝条上生长着大量的叶子，是光合作用的场所和平台。

2. 枝条年龄

枝条年龄即枝龄。用材林树木主干上生长有侧枝（枝条），不同高度段上的初生侧枝，其枝龄是不同的。愈接近树杆基部的初生侧枝，枝龄愈大；反之，愈是树杆上部的初生侧枝，枝龄愈小。由于侧枝上长着叶子，能进行光合作用，故而侧枝就是光合作用的平台。侧枝生长的好坏和枝龄的大小，必将对树木主干生长产生影响，并决定着营林措施上的差别，其中包括正反两个方面：当枝条衰老、枝龄过大时，就有必要用年轻、健康的枝条替代之；当侧枝长势太旺，过粗（径）或超长（度）时，就需抑制之。以使用材林树木主干上所有侧枝都能健康正常生长，形成较合理的树冠，提高立木蓄积量。

3. 用材林木的各种侧枝

组成树冠骨架的树木侧枝，既是光合作用的平台，又是用



材林木的主要修剪对象。不同的枝条，选择的修剪方法也不一样。因此，应当着力对侧枝各种状态和特征进行探索研究。根据修枝修剪等的需要，可将用材林木侧枝，区分为以下 10 种不同情况。

(1) 幼龄侧枝

枝龄一、二年。枝条的功能性枝段长度超过非功能性枝条长度（注：请参见第四章一、二和第六章图 6-1）。长势正常，也是侧枝更新时的替代对象。

(2) 青壮龄侧枝

枝龄三至五年。枝条的功能性枝段长度与非功能性枝段长度相差无几，或基本相当。长势正常健康，且占侧枝的大多数，是修剪的主要对象。

(3) 老龄侧枝

枝龄五年以上（不含五龄）。枝条的非功能性枝段长度明显超过功能性枝段长度。是修剪和修枝对象之一。其中 10 龄以上的老龄衰退枝，为修枝、疏枝和更新的对象。

(4) 病虫害枝

受病虫害侵袭等危害较重的枝条，是疏枝的对象。

(5) 纤弱枝

着生于树冠内部，长势较差而细弱，尚未死亡的枝条。其长度和粗度均小于一般性侧枝，是疏枝的对象。

(6) 枯死枝

由于衰老等原因，而导致枯死的枝条，是修枝和疏枝的对象。

(7) 过密重叠枝

其生长正常即同等于一般枝条。但若密度过大，仍需疏除。



(8) 过粗侧枝

其长度和粗度大于一般枝条，其中主枝基部直径大于同高处树干直径的 $1/4$ ，属疏枝或更新的对象。

(9) 旺长霸王枝

指径粗和长度均超过一般枝条、且较突出的侧枝，其中主枝基部直径超过同高处树杆直径的 $1/3$ 。是疏枝对象。

(10) 徒长枝

指侧枝（枝条）直立或近于直立，生长较快、长度突出，属疏枝的对象。

4. 关于枝条的老化

枝条老化，不仅影响到枝条本身功能的发挥，更关系到树木的生物产量。树木枝条特别林木侧枝，到一定时候是要老化的。枝条老化，可以区分为枝龄老化和生理老化两种。

(1) 枝龄老化

枝条年龄偏大，通常枝龄 5 年以上。由于五龄以下的幼龄侧枝和青壮年侧枝，叶片较多，光合作用功能较强，有机物制造量大于消耗量，对植株生长十分有利。枝龄到达五龄以上尤其是 10 年以上，由于绿叶部分占据枝条长度的比例迅速减少，光合作用功能趋弱，有机物消耗量渐渐超过制造量，对植株生长也逐步产生负面影响。因此，如何防止和延缓树木枝条衰老，以及怎样使老龄枝条复壮更新，返老还童，用新枝条替代老枝条，就是一个值得探讨的问题。

(2) 生理老化

是树木枝条的未老先衰现象。这种侧枝年龄不大，通常在五龄以下，或年龄虽然较大，但还不到衰老期，却提前衰老。该侧枝通常生长在树冠内部或树冠下层。由于阳光不足，光照环境差，叶片小而稀少，不能进行正常的光合作用，故未老先衰。例如苦丁茶 (*I. latifolia*) 二年生播种苗木，每公顷密度



45 万株以上，到年末，中下部叶子和分枝往往会枯死。杉木（*C. lanceolata*）人工林，如果造林栽植密度较大，幼林郁闭后又未及时间伐抚育，其下层侧枝年龄虽不足五龄，有的也要枯死。在茂密的树冠内部，一些乔木树种也往往出现一些长势纤弱的枝条。这些侧枝的枝龄，比树干同高处的其他侧枝还年轻，由于处在树冠内部，光照条件不佳，呈现衰老状态。

在正常的密度下，乔木树种的Ⅰ、Ⅱ林龄期，树冠下部枝条所呈现的衰老特征，既有枝龄的因素，也有光照原因。是枝龄老化和生理老化相互交织的一种老化现象。

5. 枝条和叶子的关系

在树木幼苗期，叶子多生长于主干上。分枝后，才逐步着生到枝条上。毫无意义，倘若没有枝条，叶子就无处着生，所需要的水分和无机养料，也就无从供给。反过来，如果没有叶子，没有叶子制造有机养分，枝条也是不能正常生长的。但是随着树木生长和树龄不断增大，叶子在枝条上着生的比例，却渐渐变小。枝条越长越发达，这种着生叶子的枝段比例就愈小；而不着生叶子枝段在枝条上的比例反而逐渐大起来。由于叶子是光合作用的主要器官，因此不着生叶子枝段占据枝条的比例愈多，其所消耗有机养分也就愈多，这对于整个树木植株的生长，是极为不利的。

6. 枝条和主干的关系

乔木树种的特征是具有明显的主干。乔木的主干分为两部分：枝下高部分，即最下第一级侧枝以下的部分；枝下高以上部分，它与枝条及叶子一起构成为树冠，并处于中枢位置。乔木主干是用材林培育的主要目的对象，也是以乔木树种为主的生态公益林和城市森林，充分发挥高度优势及其空间效益的支撑。

乔木树种的侧枝（枝条）与主干的关系，也是一对矛盾



关系，即对立统一的关系，既相互统一，又相互矛盾。

(1) 统一关系

所谓枝条和主干的统一，就是二者相辅相成，相互促进，缺一不可。倘若没有枝条（侧枝），就不会有绿叶，光合作用无法进行，主干生长也不可想象。反之，没有主干，侧枝就无处着生，也就失去了依托。其次，这种统一又表现为二者可以相互替代。例如，分布在较高海拔地区的台湾松（*P. taiwanensis*），当主梢被雪压冰冻而折断后，常常由下方的一个侧枝顶替主梢生长。苦丁茶（*I. latifolia*）嫁接树，在生长过程中，也常常由顶芽下部的侧芽萌发成新枝，替代主梢生长；而原来的主梢却变成为侧枝。这种相互替代的难易程度，各个树种不尽相同。

(2) 矛盾关系

所谓枝条和主干的矛盾，就是二者关系如果失衡、搭配不好，就会互相抑制。比如侧枝过于发达，主干生长就会严重受阻，造成主梢不明显，以致侧枝超过主干，导致本末倒置。这对用材林的培育非常不利。

人们在生产活动中，往往根据目的和要求不同，为乔木树种塑造各种不同树冠形状和冠型。如经济林木，以收获果实、叶子等为目的，一般需要控制主干，抑制高度生长，促进侧枝发达，形成各种矮干型树冠。用材林木，以收获木材为目的，则要控制侧枝生长，促进主干发达，塑造各种高干型树冠，如此等。