

速生丰产用材林的培育、材性和加工利用

管 宁 王 恺

(中国林业科学研究院)

为了缓解长期困扰我国国民经济的木材供需矛盾,国家决定大规模营造速生丰产用材林,这是一项发展我国林业的重要战略措施。但是,林木生长速度加快,轮伐期缩短,会使其木材的材性与传统天然林木材产生很大差别,给加工利用带来一系列新的问题。显然,只有这些问题得到有效的解决,上述战略措施才能取得充分的实效。我们在重视林木生产的多和快的同时,还必需强调木材的质。近年来,对速生用材林实行定向培育的技术路线已逐渐为各有关方面所接受,这对于上述战略措施的有效实施意义重大。然而,承认定向培育,不等于就可以充分实现定向培育。据了解,有的地区原计划培育的定向速生林多达不到加工利用要求。因此,如何科学地实现定向培育,达到预期目的,仍有待深入研究。本文试图从速生材材性的主要特征出发,就林木培育—材性—加工利用的相互关系进行探讨,以期有助于上述战略的高效实施。

一、速生材材性的主要特征

速生材材性的主要特征是木材中幼龄材的比率较大。各国学者通过大量研究发现,树木从髓心向外生长时,首先生成幼龄材,经过一定的时间,才过渡到生成成熟材,幼龄材生成后,不会随树龄增长再变为成熟材。因此树干中靠近髓心的近似筒形的部分为幼龄材,外部为成熟材。

关于幼龄材的概念,Zobel^[1]等认为,幼龄材是幼龄的形成层所生成的木材。从幼

龄材的生成向成熟材的生成转变,决定于从髓心开始的一定的生长轮数。由于树木的生长有直径和高度两个方向,越接近树冠,形成层的年龄越小,所以,树龄很大的树木,其上部仍然在生成幼龄材。有一种观点认为幼龄材形成是由于靠近髓心部分树木生长较快,因而木材密度较低所致。但大量试验研究表明,木材密度与生长速度并没有显著的相关关系,大部分硬木松类和散孔阔叶树材都是如此。

幼龄材的一个显著特点,是其材性的变动性。在幼龄阶段,木材性质是随树龄而变动的。到一定时期,变动减缓,进入成熟材阶段。因此,正确认识幼龄材需从这样的变动过程着眼。首先,从髓心到成熟材,材性的变动量不同树种、不同的材性指标有一定的差异,例如,针叶树材的管胞长度可变动3~4倍,而阔叶树材纤维长度的变动就小得多。而且,不同树种、不同的材性指标的变动模式也有一定的差异,例如,纤维长度的变动,一般都是从髓心向外逐渐增大,到成熟期,趋于平缓;而木材密度的变动,有的树种从髓心向外逐渐增高,有的则先降低,再增高,有的则逐渐降低^[2]。此外,幼龄期的长短,不同树种也是不同的。例如,从湿地松、加勒比松、辐射松的密度看,幼龄期5~6年,火炬松10年,黄松则需20年以上。不同的材性指标,情况也不同。

树木中存在幼龄材和成熟材的差别是一个普遍现象。但温带的天然林木材,生长较慢而树龄甚大,其幼龄材的含量很低,而速

生林木特别是热带和亚热带的速生材因生长速度很快、采伐时树龄小,幼龄材含量显著增加。例如15年生的火炬松,幼龄材占了商用材积的85%,而30年生的,只占30%^[1]。

还应指出的是,由于阔叶树幼龄材与成熟材的差异一般比针叶树小,因而幼龄材问题对针叶树更需重视。

Zobel等^[1]根据大量研究结果,将硬木松类幼龄材的材性特点归纳如下。

1.与成熟材相比,幼龄材密度较低,细胞壁较薄,胞腔较大。用来造纸,纸张的撕裂强度较低,但耐破和耐折强度较高。

2.幼龄材中含有较高比率的应压木,管胞较短,加工过程中易破裂;而且由于木素含量较高,不易漂白。

3.幼龄材的微纤丝角较大。纵向胀缩较成熟材大。如果一块木板上同时具有幼龄材和成熟材,则由于二者胀缩率不同,很容易变形和开裂,而以通常的下锯法又很容易锯出这样的锯材来。

4.硬木松类的幼龄材管胞很短,通常不到2mm,有时比阔叶树材的木纤维还要短。在这种情况下,针叶树材就不能作为长纤维的来源了。

5.幼龄材的木素和木聚糖含量较高而纤维素含量较低。但与解剖构造上的差别相比,化学组成上的差异对最终产品质量的影响还是比较小的。

6.幼龄材的含水率显著高于成熟材。火炬松幼龄材的含水率比成熟材高约30%。

7.幼龄材单位体积的纸浆得率比成熟材低5~15%;由于幼龄材的纤维素含量较低而半纤维素含量较高,因而所造纸张的撕裂强度较低,而耐破强度较高。

除硬木松外,其它针叶树幼龄材的性质因树种不同而有很大的差异。一些柏科木材(如扁柏属、柏木属)通常在接近髓心处有较高的密度,从髓心起,前几个年轮密度逐渐下降,然后逐渐增高,冷杉属、云杉属和铁杉属木材一般亦是这种趋势,也有从髓心

至树皮密度变化不大者。落叶松、黄松与硬木松相似。

大部分阔叶树的幼龄材与成熟材相比,纤维略短、密度稍低、差异比较小,纸浆得率略低,纸的质量差异不大。阔叶树幼龄材的微纤丝角也较大,含水率亦较高,所以其尺寸稳定性和锯材质量也是较低的。

我国学者从60年代初期起亦开始进行有关速生材材性特点和幼龄材的研究^[3],进行过天然林和人工林材性的对比试验,木纤维形态和木材组织、微纤丝角和某些力学性质随树龄变化的研究等。但是,总的来看,研究工作仅是初步的、片断的,还远不能对我国主要速生用材树种从幼龄到成熟过程中材性变异规律提供系统的、定量的科学依据。

二、速生材的培育与材性

国内外大量研究结果表明,林木培育过程对木材材性有重要影响。此方面的研究对速生用材林营造技术的选择和定向培育的实施有着十分重要的意义。Zobel等^[1]从大量研究结果中总结出以下几方面的基本结论。

(一) 林木培育过程对幼龄材的影响

幼龄材是树木生长过程不可避免的产物,但幼龄材的状况可受林木培育过程中某些措施和条件的影响而发生变化,存在着通过林木培育过程对其进行一定程度的控制的可能性。这种影响目前已发现的主要是:

1.树干中幼龄材与成熟材的比例与幼龄期和成熟期树木的生长速度有关。因此,可以通过先增大种植密度后间伐的措施,以压低幼龄期的生长速度,提高后期的生长速度,降低幼龄材比率。

2.树木幼龄期的长短、幼龄期中材性变异的大小和材性的平均水平,在不同树种间,同种不同种源和不同树株间存在着相当的变异,因此,可以通过育种手段选育出幼龄材材性较为优良的树种或品种,使速生材的材性得到改善。

(二) 树木的地理种源对材性的影响

同一树种在不同的环境中,经过世代代的演化而形成不同的特性,包括不同的木材材性,并从遗传上固定下来,成为不同地理种源间的差异,即使移到其它环境种植,仍可保持下来。

地理种源对木材性质的影响,对天然林来说,是生长在不同环境中的同种木材存在差异;对于人工林来说,则是不同种源在不同环境下表现出的更为复杂的材性差异。种源的影响有时表现得很显著,有时则被环境的影响所掩盖。在所有情况下,株间的变异和种源与环境影响之间的交互作用都相当大。从已有研究文献和实践经验中总结出以下有参考价值的认识:

1.环境越严酷,其影响和控制作用越强,种源间差异的影响会相对减小。

2.不同树种种源的影响有很大差别。一部分树种,种源的影响很显著地从遗传上固定下来;另一部分种源的影响只不过是种子来源地区和种植地区之间环境变化的反映。遗传控制强到中等的有冷杉属、云杉属及小干松、斑克松和杨属的部分树种;而美国南方松、热带松、花旗松和一些温带阔叶树则较易受环境因素影响,种源的影响不很显著。

3.由于地理种源的影响与树种和环境因素的交互作用的复杂性,精确地预测不同种源的材性差异,目前还很困难。要确切地了解不同种源在不同环境的人工林中材性变异的唯一方法,是在具体条件下进行试种和比较。也正因如此,林木材性的早期预测具有很重要的意义。

(三) 林木培育环境对材性的影响

环境因素的影响也是相当复杂的。此种影响涉及土壤、水分、温度、光照、风力以至病虫害等多种因素及其交互作用。这些因素的影响主要是:

1.立地和土壤条件只有在差异较大时,对木材材性才有较显著的影响。

2.立地条件主要影响早材的状况,而对

木材性质影响更大的是晚材的状况。

3.较轻的散孔材的材性受立地条件影响比对较重的环孔材小。

4.水分对木材材性的影响比较显著。其影响是通过晚材生长期的延长和缩短起作用的,因此,不同季节的雨量分布对材性的影响是较大的。

5.水分的影响对较重的环孔材的材性比对较轻的散孔材更为显著。

6.在一些试验中发现,温度和光照对一些树种的纤维形态和木材密度有一定的影响。

(四) 林木栽培措施对材性的影响

林木栽培措施可以直接通过树木的生理过程,也可以通过改变树干形状影响木材材性。不同的培育措施对木材材性的影响存在着交互作用,关系也是相当复杂的。其一般趋势如下:

1.施肥的影响

(1) 施氮肥对针叶树材材性影响较大,常导致木材密度明显的或一定程度的下降,管胞显著变短,胞壁变薄,但也有许多试验表明施肥对材性没有显著影响。施肥对阔叶树材材性一般影响不大。

(2) 施肥通常使针叶树早材比率提高,而并不影响晚材。

大量研究表明,由于施肥增加的木材产量,足以补偿由于木材材性方面的不利影响所造成的损失。对于一些有特定要求和用途的木材则未必如此。

2.间伐的影响

(1) 间伐可使终伐时获得径级较大、幼龄材含量较低、材质较高的木材。

(2) 间伐对环孔材林木的影响最显著,散孔材次之,针叶树材又次之。

(3) 间伐通常不会显著提高木材密度和纤维长度。

(4) 通过间伐主要可改进实木制品的质量,而不在于提高纸浆得率和质量。

(5) 阔叶树间伐后可能生出较多嫩

枝,增加木材中的节子,使木材降等;但如间伐适时,此问题可以避免。

3. 种植密度的影响

(1) 多数林学家发现,在通常的范围内,种植密度对木材的密度和纤维长度没有显著影响,而主要是影响枝杈的大小和数量,从而对木材质量产生一定的影响。

(2) 种植间距过大的人工林林木有较大的幼龄心部,尖削度也较大。

(3) 在雨量较少的地区,加大种植间距可增加对每株林木的供水量,而使木材密度有所提高。

我国学者在林木培育与木材材性关系方面亦开展了一些研究工作,主要是一些不同树种和品种林木的材质比较和种植密度、生长速度、间伐、施肥、灌溉等对木材材质影响的研究,并取得了一些可喜的结果。但是,对于全面掌握林木培育与材性关系的客观规律,并用以有效地指导速生用材林的定向培育,尚远嫌不足。

三、速生材的加工利用

速生人工林木材有诸多不利于加工利用的性质。除了通过林木培育,使所生产的木材较好地满足最终用途的要求外,还必须从改进加工技术来克服速生材材性上的诸多不利因素。近年来,国外在这方面进行了大量的研究与实践,现结合我国情况,就重点产品分别简述如下^[4]:

(一) 锯材用原木的培育,首先应符合国家标准GB143—84, GB4813—84的要求;为承重结构材尚需满足木结构规范(GBJ5—73)的规定。根据速生材直径较小,内应力大、剥皮工作量大的特点,首先应对原木进行径级和材质的外观分选,机械剥皮,继而采用先进的原木定心装置(如侧卡法),以原木小头为主进料,按照锯材用途,结合速生材中幼龄材较高的不利特点,采用合理的下锯方法(如混合下锯法),以形成最佳的锯剖工艺。在产品的分级上,对一般锯材,

常用目测法,但对承重结构材,应采用机械应力分等。

为了满足较大规格用材的要求,从八十年代初,国外大量开展了速生材制材和胶合木的研究,并取得了很多有实用价值的成果。如美国的“锯—胶—剖”(EGAR)工艺,日本的“锯剖—组合—胶拼—再锯剖”复合建筑用材工艺,芬兰的梯形板材胶拼木(Visa wood)等,在锯解和组合过程中,木材缺陷较易剔除,干燥质量容易保证,从而可获得规格大、材质均匀的成材,供建筑工程和车船制造等用。

速生锯材含水率高,内应力大,在干燥过程中容易产生翘曲变形和开裂等缺陷。七十年代以来,美、法、澳等国推行了气干和窑干相结合的两段干燥,窑干材堆加压法,热板加压干燥等工艺,在生产实践上取得了明显的效果。

(二) 胶合板用原木的培育,首先要选择适宜的树种,如杨属中的毛白杨, I—214,新疆杨,甘肃杨等,桉树中的柠檬桉、兰桉、野桉等,针叶树材中的马尾松等,其材质不得低于国家标准GB143—84和GB4813—84规定的1、2等材标准,特别要注意原木每长6、7、8英尺间基本无节。为了解决幼龄材含量大,含水率高,材性变异大,胶质纤维含量高,单板粗糙易起毛,干燥时易翘曲开裂,热压时压缩率大,胶合强度低等问题,一些发达国家先后研究了不同树种和径级木段的水热处理工艺、无卡轴旋切机、单板低温两段干燥或热压式干燥方法以及低压快速胶合等技术。意大利早已用杨木大量生产胶合板,澳大利亚亦已将桉树成功地用于胶合板制造,美、日等国更进一步利用速生材如杨木、松木生产单板层积材,以替代结构成材。我国用松木生产胶合板已有较长历史,亦先后进行过杨木、泡桐胶合板的生产试验,取得了一定的成果。

(三) 制浆造纸用材的培育,必须注意其纤维的含量和质量符合制浆造纸的要求。

近年来,国外对速生材造纸进行了系统的研究,评估出较优的树种和培育方法,找出了最适宜的生产工艺与设备,已卓有成效地推动了世界制浆造纸工业的迅速发展。如日本王子造纸公司研究二年生银白杨用于制浆造纸已获成功;巴西从六十年代起发展人工桉树林为主的制浆用材林,使巴西由纸浆进口国一跃为出口国;其它如意、法、美等国亦均积极发展速生造纸用材林,以解决本国造纸原料问题。我国在这方面亦进行了较多的探索,展示出诱人的前景。

四、主要结论和展望

(一) 林木培育—材性—加工利用是有机的整体。定向培育是以产品最终用途为目标,通过林木培育过程控制木材的材性,通过加工利用技术的改进和经济的优化以满足最终用途的一项系统工程。在新的科技水平上,在不断发展的深度和广度上体现上述有机联系,实施此项系统工程,乃是现代林业科学、木材科学以及木材加工工艺学发展的最活跃的前沿之一。美国北卡州大学在国家和木材加工企业的支持下,正在开展一项“新森林生物技术项目”(A new forest biotechnology program)的研究,旨在研究木素在林木生长时的形成过程,以期减少木素含量,有利于制浆造纸,或强化木素以提高木材的硬度和抗病能力^[5]。日本开展活立木染色已有多年。经鉴定,立木染色的质量超过采伐后染色,而且成本低,产品用于室内装修,制作家具和工艺品,深受欢迎^[6]。这些都是在林木生长期间,按产品用途要求进行材性控制和木材改性乃至实行某种生物技术的范例。展望未来,木材工业将朝向营林与建厂同步,培育和加工结合的崭新道路迈进。

(二) 定向培育是以深厚的科学技术基础为必要条件的。随着木材资源结构从主要来自天然林转向主要来自人工林,人工林木材性和加工利用已形成了一个林学、木材

学和木材加工工艺学交叉的新学术领域。关于人工林木材性变异性及其与林木培育过程的关系,国外已有大量研究,结果表明,不同的树种及其不同的种源、品种在不同的环境和培育措施下木材材性变异规律极为复杂,而不掌握这些规律,林木定向培育就不可能科学地、高效益地实现;林木培育与加工利用的密切结合,就更有深广的“必然王国”有待探索。近年来,我们总结了多年营造速生丰产林的经验教训,肯定了定向培育的基本技术路线,无疑是一大进展。但是,必须看到,在我国实现定向培育所需的科学技术基础还十分薄弱。对速生工业用材的培育、材性和加工利用技术虽开展了一些研究^[7],但是投资强度太低,所取得的成果多是片断的,相互脱节的。国外虽有大量研究成果可供借鉴,但他们的研究还是针对具体条件的试验和分析,由于材性变异和与林木培育、加工利用的关系极为复杂,其大部分成果尚不具有普遍指导作用。因此,我国要发展自己的速生丰产用材林事业,必须自己进行大量、系统、深入的研究工作。最近即将启动的国家“八五”科技攻关“短周期工业用材林定向培育技术的研究”项目采取了将林木培育—材性—加工利用连贯起来的技术路线,首次将材性和木材加工利用研究纳入国家科技攻关计划,这是一个良好的开端。深盼我国速生用材林建设能在强有力的科学技术支撑下取得长足进步和最佳效益。

(责任编辑 袁东岩)

参考文献

- [1] Zobel, B. J. and van Buijtenen, J. P., 1989, Wood variation, Its causes and control, Springer-Verlag, Berlin.
- [2] Pashin, A. J. and Carl de Zeeuw, 1980, Textbook of wood technology, 4th Edition, McGraw-Hill Book Co.

(下转第28页)

A study on the coefficients of water movement in piled wood chips

Shang Deku Jiang Rishun Ai Muye

(Northeast Forestry University)

Abstract The method of gradient transformation was initialized in the paper. The diffusion coefficient in the governing differential equation of mass transfer and the surface emission coefficient on the boundary condition were experimentally determined. The effect of undersurface evaporation was quantitatively analyzed. The relationship between relative evaporation rate and the relative depth of evaporation surface was given. The experiment showed that the relative depth of evaporation below 1% influenced the relative evaporation rate significantly. The surface emission coefficient was also a function of the relative depth of evaporation.

The diffusion coefficient was a function of moisture content. By taking into account of the dependent of the above mentioned coefficients on the relative depth of evaporation and moisture content, the reliability of the given coefficients was tested by using the analytical solution of the governing differential equation of mass transfer. This showed a deviation in less than 6% between the measured values and the calculated values, which posed the results of the study as a valid exploring.

Keywords Wood chips; Method of gradient transformation; Coefficient of water movement

(上接第6页)

[3] 成俊卿主编, 1985, 木材学, 中国林业出版社。

[4] 王恺、白雪松, 1991, 国外小径原木加工与利用现状及进展, 世界林业研究, 4(3)。

[5] NCSU research program will benefit industry, 1989, Forest Products Journal,

39(1): 50.

[6] 森岗茂, 1990, 木材的染色及其利用, 第32次工艺美术设计学大会报告。

[7] 中国林学会木材工业学会论文集(3), 1989, 速生林木的综合利用, 《林产工业》编辑部。