

影响锯材变形的因素分析

孙友富, 尼玛拉姆

(南京林业大学木材工业学院, 南京 210037)

摘要: 本文对影响锯材变形的各种因素,如生长残余应力、应力木、湿胀与干缩、干缩应力、斜纹、温度及外力荷载等,进行了分析讨论,为研究和控制锯材的变形提供了理论基础。

关键词: 锯材变形;影响因素;机理分析

中图分类号: TS652 文献标识码: A 文章编号: 1001-8654(2000)06-0018-03

Analyzing the Factors of Affecting Sawn Lumber Deformation

SUN You-fu, NI Ma-la-mu

(College Wood Science and Technology, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037)

Abstract Various factors affecting sawn lumber, such as the growth stresses, reaction wood, swelling and shrinking drying stresses, cross grain, temperature and loading etc., have been analyzed and discussed. It provides the base of theory for studying and controlling the deformation of sawn lumber.

Key words Lumber deformation; Affecting factors; Mechanism analyses

锯材变形是指木材在加工、干燥和贮存过程中所产生的形状改变。锯材的变形直接影响到其使用性能和产品质量,增加了木材的损耗和二次加工的工作量,严重时还必须改锯甚至失去利用价值。因此,找出影响锯材变形的因素,对其产生的机理和规律性进行分析研究,为控制和减小锯材的变形奠定理论基础。

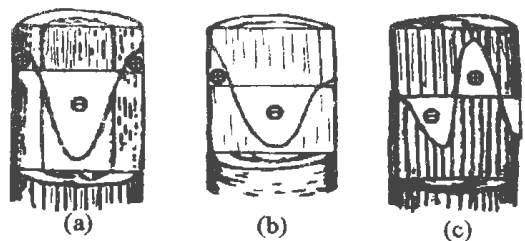
1 生长残余应力及应力木

1.1 生长应力的形成及对加工锯材的影响

生长应力是纤维细胞成熟期间,由次生壁内木素的沉积和聚合而产生。木素的填入造成纤维横切面在侧向有微小膨胀,且其长度相应减少。由于纤维与内侧木材细胞连成一体,当其在长度方向收缩时,受到内侧细胞的限制而形成拉伸作用。树干外侧每增加一个年轮都会在树皮外加大这种拉伸应力,并对树干内的老组织造成压缩。因此,树干内残余应力的形成可以假定为应力迭加而产生。

据报道^[1],树干表面沿纤维方向具有拉伸应力,并沿树皮向髓心方向逐渐减小,至半径 2/3 的位置

时为零,而后变成压缩残余应力。应力木的分布有所不同,图 1 中 (a) 为正常直立树干在纤维方向的残余应力分布, (b) 和 (c) 为阔叶树应拉木和针叶树应压木的残余应力分布。



(+) 拉伸应力 (-) 压缩应力

图 1 原木中纵向残余应力的分布

Fig. 1 Distribution of longitudinal remaining stress in log

伐倒的树干内包含着生长时形成的生长残余应力。原条造材时,由于切断了树干外围的拉伸应力,因而纤维沿纵向收缩,而树干内部随着压缩应力的释放而伸长,故在原木的端面上犹如一个较大的力矩作用,使原木端头产生心裂、环裂,严重时引起纵向开裂。

在原木锯解过程中,原木中纵向残余应力诱导的弯曲力造成锯材的弯曲,直至锯材中的应力重新分布并达到平衡为止。这种应力的调整使得锯材靠树皮一

收稿日期: 2000-08-18
作者简介: 孙友富 (1957-), 男, 南京林业大学木材工业学院副教授, 博士研究生。

侧缩短,靠髓心一侧伸长,由锯材相对面的长度变化差异造成变形。因此,在锯制弦切板时,由残余应力等的作用,易使锯材产生顺弯和翘弯;在锯制径切板时产生横弯;而锯制髓心板时,应力的释放使锯材两端通过髓心劈裂,成为两块彼此相对向外弯曲的“战刀状”板。

由于残余应力的作用,在立木中有些树种会产生微细压缩裂隙的脆心,在原木锯解时,向内侧的顺弯会引起夹锯或板面起毛^[2]。

1.2 应力木

应力木形成的主要原因是倾斜树干或树枝产生拉、压应力的结果。应力木的构造及其物理、力学、化学性质均与正常木有显著区别,其生长残余应力的分布也明显不同(见图 1),也是引起锯材变形的主要因素之一。如不合理下锯,会使同一锯材上的年轮疏密不同,材性不一而造成锯材翘曲和开裂。此外,加工阔叶树应力木时,易出现夹锯和使锯材板面起毛^[2]。

2 木材的干缩与湿胀

2.1 木材干缩与湿胀机理

木材的干缩与湿胀主要与其含水率变化有关。当木材含水率在纤维饱和点以下时,随着锯材水分向外蒸发或干材由空气中吸收水分,使细胞壁内纤维间、微纤维间和结晶区间的吸着水层厚度变化,从而导致细胞壁乃至整体锯材尺寸和体积发生变化。但干缩后木材的吸湿膨胀量并不等于其干缩量,即吸湿滞后现象所致。

木材的干缩有线性干缩与体积干缩之分,在生产中多数采用木材的干缩率和干缩系数,以反映不同树种锯材的物理性能。

2.2 木材干缩与湿胀的各向异性对锯材变形的影响

木材在三个主方向上的干缩和湿胀程度不同。一般正常材的全干干缩率分别为:纵向 0.1%~0.3%,径向 3%~6%,弦向 6%~12%,体积干缩率为 9%~14%。木材纵横向干缩的不同,主要是由于纤维、微纤维和微晶在初生壁、次生壁的内外层的排列方向与树轴近乎垂直,在次生壁的中间层(S₂)则与树轴近于平行;因 S₂又占细胞壁的绝大部分,对木材干缩起主导作用。所以木材向外蒸发吸着水时,木材横缩很大,纵缩很小。木材径向与弦向干缩差异的产生原因较为复杂,最有可能的原因有:木材密度、晚材率、纤维角排列角度、木射线细胞的约束、胞间层在径、弦壁上的数量、纹孔的作用及木素含量等。

木材的干缩与湿胀的不均也是引起锯材或木制品

开裂、翘曲和变形的原因之一,因而影响锯材或木制品的质量。生产中常用干燥、封闭和改性等工艺方法来加以克服。

3 木材的干缩应力

木材干缩应力,也称内应力,在木材内部处于互相平衡状态,其成因一方面是由于在木材中内外失水不一,干缩不均和塑性变形不匀所造成;另一方面是由于木材自身的差异干缩性。

锯材在干燥时,表面的水分先蒸发,同时内部的水分向表层移动,作相应的补充。当锯材表层含水率降到纤维饱和点以下而产生收缩时,内层仍有自由水使其保持原状,故对表层干缩起抑制作用,于是表层产生拉应力,而内部为压应力。在热湿和应力的作用下,木材产生伸张、压缩塑性变形。当木材继续干燥时,随着内部吸着水的排除而干缩时,表面的伸张塑性变形已固定其状态,使应力向相反方向发展,即内层为拉应力,表层为压应力。这种由木材的不均匀塑性变形所引起的内应力称残余应力,它不随干燥过程的结束而消失,是引起锯材变形的重要因素。

含水率应力与残余应力是相互关联且成正比的。在干燥过程中,这两种应力均会造成锯材开裂;而在干燥结束后,主要是残余应力引起锯材变形。锯材中的干缩应力除造成开裂外,还会在锯材再剖时因内应力的重新分布而发生变形。只有当干燥后锯材中无内应力,再剖时才能保持平直,如图 2 中(a)、(b)、(c)所示。

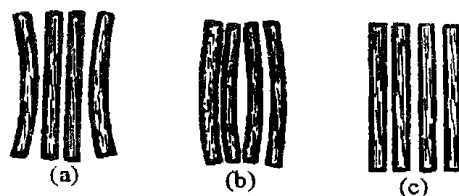


图 2 锯材不同干缩应力的变形

Fig. 2 Lumber deformation from different shrinkage stress

4 木材的斜纹理

4.1 天然斜纹

天然斜纹是指树木生长时出现的斜纹理,即木材表面的纹理呈扭曲状,又称扭转纹或螺旋纹。扭转纹在针、阔叶树中广泛存在,其扭转方向有左右和交叉扭转之分。其扭转程度从髓心向外逐渐增大,即树干内部纹理扭转的程度较外部轻。扭转纹理的产生原因及分布通常与树木遗传基因和生长环境因素有关。

具有扭转纹的原木生产锯材时,因材面存在斜纹,

故锯切时大量的木纤维被切断,使锯材的强度降低,引起锯材的扭曲变形。此外,锯材表面易起毛,难以刨光。弯曲原木锯解时也有因天然因素产生斜纹理。

4.2 人为斜纹

正常原木如锯解不当或采用倾斜下锯法,所锯出的锯材材面不平行于生长轮也会人为产生斜纹,如平行于原木外表锯解、斜切板和再剖、裁边中的锯解方向与纤维排列方向呈一定角度时,都会产生斜纹。人为斜纹对锯材力学性质的影响比天然斜纹大,但对锯材变形的影响小。

5 木材的热胀冷缩

锯材的热胀冷缩很小,一般可以忽略不计,但冰冻材由于不同层次的不均匀收缩而产生应力,即温度降低时会从外向内收缩,导致原木和锯材的开裂和变形。

木材不同纹理方向的线性热膨胀系数不同,其差别主要因木材的微观构造所致。顺纹方向的线性热膨胀系数最小,约为横纹方向的 1/10,径向又略小于弦向。木材的横向热膨胀系数随含水率、密度增加而增加;顺纹方向的热膨胀系数随含水率增加而减小,与木材密度的关系不大。此外,锯材在加热或干燥时产生的不可逆变形,即弦向膨胀,径向收缩,也与生长残余应力受热松弛有关^[4]。

6 外力荷载

锯材在干燥堆放或使用过程中,因受外力荷载而

产生变形。当锯材所受载荷在弹性极限内时,卸除荷载后变形会完全消失,称为弹性变形;超过弹性极限后再卸载,则锯材的部分变形不会消失,即永久变形(或残余变形)。产生的原因是木材还具有塑性,所以也称塑性变形。

另外,锯材使用时,尽管承受不超过比例极限的荷载,但蠕变也会形成一持续的但速度递减的变形。温度对蠕变有显著的影响,可增加锯材的总变形量及变形速度。此外,含水率的变化对木构件的长期变形有较为重要的影响。因此,在设计计算梁、柱等木构件的基本应力、容许荷载及尺寸变形时,必须考虑这些因素。

7 结语

影响锯材变形的因素较多,且各种因子具有交互作用。除本文对一些主要因素进行的初步分析外,树木生长的立地条件、自然气候和采伐季节等也都有一定影响,特别是不同树种关于变形的遗传基因有待人类进一步破译。因此,对影响锯材变形的因素进行分析研究,可为寻找有效控制变形的办法、合理加工利用木材及良种选育提供依据,具有重要的意义。

参考文献:

- [1] 奥山刚. 树干的残余应力降低法[J]. 木材工业(日), 1994, 49(10): 446~541.
- [2] 孙友富. 制材生产技术[M]. 北京: 中国林业出版社, 1999.
- [3] 尹思慈. 木材品质和缺陷[M]. 北京: 中国林业出版社, 1990.
- [4] 成俊卿. 木材学[M]. 北京: 中国林业出版社, 1985.

《中国林业》半月刊 领导现代林业新潮流

上半月以生态环境为主 下半月以林业产业为主

主要栏目: 林业政策 天然林保护工程 厅局长论坛 绿界人物 国土绿化 生态保护圈 山区综合开发 花木园艺 森林之旅 全球接触 企业文化 人工林建设 企业家论坛 优秀企业家 板材市场 林机世界 林化天地 绿色家居 木浆纸业

《中国林业》杂志为国家林业局机关刊物,是中国惟一以大林业报道为主的国家级综合性半月刊,林业行业最具权威的媒体。从 2001 年推出半月刊。

发行对象为林业、农业、造纸、水利、环保、园林等行业的领导、科研、院校师生、企业经理、个体业主、林农群众及相关人士。大 16 开 52 页,每本 4.80 元,全年 115.20 元。国内外公开发行,邮发代号: 2-42,国外代号 M-386 请在当地邮局订阅,在本社订阅者有意外奖励。

地址: 北京和平里东街 18 号国家林业局院内 (100714)

电话: 010-84239280 84238644 传真: 010-84239258

欢迎订阅 2001 年 《木材加工机械》

《木材加工机械》杂志由国家林业局北京林业机械研究所主办。主要内容: 木材加工机械行业的发展政策论述,改革和管理报道,试验、研究和设计成果,使用维护、技术革新、生产经营管理经验,新技术新产品介绍,国内外技术发展趋势综述,技术经营信息,标准和检测及有关人造板生产工艺等。本刊开辟广告及信息服务栏,树立企业形象,宣传名优、新产品,推动技术转让,联系产品供需,设备余缺调剂,寻求合作联营,技术难题招标和咨询等。可供从事木材加工、木材综合利用和木材加工机械研究、设计、教学、生产、经营管理的人员学习参考。

季刊,国内外公开发行,刊号 ISSN 1001-036X /CXN 11-3178/S,大 16 开 40 页,单价 3.00,需邮寄者单价 5.00,全年 20.00 元。订阅者可通过邮局或银行汇款。

地址: 北京市和平里七区 25 楼,邮编: 100013,电话: 010-64200082,传真: 010-64215203,银行帐号: 工商银行北京和平里分理处 891116-17,户名: 国家林业局北京林业机械研究所