

标准研究

中美木材机械加工性能评价标准的比较

谢雪霞, 张训亚, 焦立超, 姜笑梅, 殷亚方

(中国林科院木材工业研究所, 北京 100091)

摘要: 总结国内外关于木材机械加工性能的研究现状,从标准规定范围、测试一般要求、试样尺寸、测试方法和评价方法等方面,对我国新颁布实施的林业行业标准 LY/T 2054-2012《锯材机械加工性能评价方法》和美国标准 ASTM D1666-1987(Reapproved 2004)进行比较,并对木材机械加工性能评价方法的研究与应用提出建议。

关键词: 木材; 机械加工性能; 评价方法; 标准

中图分类号: TS612.7

文献标识码: B

文章编号: 1001-8654(2013)02-0016-04

Comparison between the Chinese and American Standards for Wood Machining Properties

XIE Xue-xia, ZHANG Xun-ya, JIAO Li-chao, JIANG Xiao-mei, YIN Ya-fang

(Research Institute of Wood Industry, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China)

Abstract: The research status of wood machining properties is summarized in this paper. The Chinese forestry industry standard LY/T 2054-2012 and American standard ASTM D1666-1987 (Reapproved 2004) for wood machining properties are compared for their standard scopes, general requirements, specimen dimensions, and evaluating methods. Furthermore, suggestions are provided for how to apply the properties of wood machining.

Key words: wood; machining properties; evaluating methods; standard

近年来,随着我国国民经济的发展和人民生活水平的提高,木材需求逐年增加,但由于我国木材资源所限,木材供需矛盾日趋加剧。除了营造人工林、进口木材等措施之外,实体木材的高附加值利用,亦是解决木材资源短缺的重要途径。木材的机械加工性能直接决定其后续加工利用率,因此,提高实体木材的机械加工水平,对于提升木材制品的品质、拓宽其应用领域,实现高附加值利用,至关重要。

随着对木材高效利用的关注度提高,各国对木材机械加工性能的研究也在不断增加。加拿大、日本、

新西兰、和前南斯拉夫等多个国家,虽然有自己的测试标准,但在测试和评价方法等方面均不够完善。目前,国际上多采用美国标准 ASTM D1666-1987 (Reapproved 2004)《Standard Test Methods for Conducting Machining Tests of Wood and Wood-Base Materials》(简称 ASTM 标准)。该标准于 1987 年制定,1994、1999 和 2004 年三次修订,较全面地规定了木材机械加工性能测试的要求,测试和评价方法也比较完善。

我国在充分研究 ASTM D1666-1987(Reapproved 2004)的基础上,根据我国国情,编制了林业行业标准 LY/T 2054-2012《锯材机械加工性能评价方法》(简称 LY/T 标准)。该标准于 2012 年 7 月正式颁布,构建了包括测试方法、加工设备和评价体系在内的系统

收稿日期: 2012-10-25; 修改日期: 2013-02-04

基金项目: 林业公益性行业科研专项(20110400109)。

作者简介: 谢雪霞(1987—),女,中国林科院木材工业研究所硕士研究生。

通讯作者: 殷亚方,男,中国林科院木材工业研究所研究员。

平台,为分析评估不同树种木材在典型生产加工方式下的加工特点和加工质量,提供了方法依据。

笔者对中美两项标准进行比较,分析两者在规定范围、测试一般要求、试样尺寸、测试方法和评价方法等方面的异同之处,以期为国内企业了解相关技术指标,科研工作者开展木材机械加工性能研究,以及我国相关标准的应用和完善,提供参考。

1 国内外木、材机械加工性能研究

为了确定不同树种木材在刨削、砂削、铣削、钻削、车削、开榫等典型生产加工方式下的加工质量,国内外学者均开展了一些树种木材的机械加工性能测试与评价。

1.1 国外研究进展

木材机械加工性能的测试研究,始于 20 世纪 30 年代。1938 年建立了通过观察加工表面质量,评定木材机械加工性能的方法^[1];在此基础上,美国制定了木材机械加工性能研究的标准试验方法。随后,加拿大、新西兰和前南斯拉夫等国家,亦对各自国家主要树种木材的刨削、砂削、铣削、钻削、车削以及握钉力等加工性能做了研究。日本曾试图考虑加工质量、工作效率、动力消耗等多种因素,综合评价木材机械加工性能,但由于多因素的复杂性,目前尚未深入系统地研究。

目前木材机械加工性能的研究,主要是通过有一定加工条件下,统计各种加工方式产生的缺陷,从而评价木材的各种机械加工性能。

刨削是木材机械加工中最常见,也是最重要的加工方式之一。切削前角、每英寸刀痕数、刨削深度和进给方向等加工条件,是影响刨削质量的重要因素^[2-6]。此外,通过测量刨削加工产生的缺陷(如最大沟痕深度)^[4],或者加工试样的表面粗糙度^[6],亦可以对加工缺陷进行量化,并结合统计分析的方法,初步实现对木材刨削加工性能更直接客观的评价。

砂削、铣削、车削、钻削和开榫等,是几种较为重要的木制品加工方式,但对其单独开展的研究相对较少^[7-9];多数研究都是通过对几种加工项目同时测试,综合多个项目的测试结果,对木材的机械加工性能进行总体评价。测试结果为充分了解木材的机械加工性能提供了科学依据,将其高效地应用于木制品加工

中,以实现材尽其用。

1.2 我国研究进展

1985 年,我国学者成俊卿等对我国重要树种木材的机械加工性能进行了记载^[10];然而,通过加工质量系统评价木材机械加工性能的研究,直到最近十年才开始^[11]。

自 2002 年开始,我国学者对巨尾桉(*Eucalyptus grandis* × *urophylla*)、窿缘桉(*E. exserta*)、柠檬桉(*E. citriodora*)等桉树人工林树种,以及西南桦(*Butula alnoides*)、红椎(*Castanopsis hystrix*)和酚醛树脂改性的密实化杨木(*Populus* spp.)等其他人工林树种木材,进行了机械加工性能的测试与评价,并与国内常见家具用材的加工性能进行了比较^[11-14]。结合扫描电镜等显微技术,对于木材加工缺陷进行检测,通过分析缺陷的内部结构变化,揭示缺陷的实质破坏形式,为有效避免加工过程中产生缺陷提供了依据^[12]。这些研究的开展,不仅为我国木材机械加工性能林业行业标准的制定奠定了基础,而且推动了我国人工林树种木材在实木家具和装饰材料领域的广泛应用。

“十二五”以来,通过国家林业公益性行业专项和“十二五”国家科技支撑计划等课题的资助,中国林科院木材工业研究所对香樟(*Cinnamomum camphora*)、香椿(*Toona sinensis*)、柚木(*Tectona grandis*)、核桃楸(*Juglans mandshurica*)、楸木(*Catalpa bungei*)、荷木(*Schima superba*)、鹅掌楸(*Liriodendron chinense*)和银杏(*Ginkgo biloba*)等重要珍贵树种木材,进行了机械加工性能研究,通过微观结构分析、表面粗糙度和接触角等多种测试手段,综合定量分析不同树种的木材机械加工性能指标,为上述珍贵树种木材的高附加值利用提供科学依据。

2 中美两国标准的比较

为了适应我国的实际生产需要和生产水平,我国 LY/T 标准遵循有效合理利用木材资源的原则,结合我国国情,对美国 ASTM 标准的一些技术参数做了调整。两国标准的差异主要表现在规定范围、测试一般要求、试样尺寸、测试方法和评价方法等方面。

2.1 规定范围及试验一般要求

由表 1 可以看出,美国 ASTM 标准规定的测试

表 1 两国标准的规定范围和试验一般要求比较

Tab. 1 Differences of sample general requirements between the two standards

项目	ASTM D1666-1987	LY/T 2054-2012
规定范围	木材和木质复合材料	实木锯材
尺寸单位	英制	公制
每项测试方法的试样数量	每个树种 50 个	每个树种≤50 个, 新树种≤30 个
含水率	6%或规定的其他含水率	12%或其他平衡含水率
密度和年轮宽度	测量基本密度和每英寸年轮数;从板材端头切取厚度 12.7 mm (1/2 英寸)的横切面试样	测量气干密度和年轮宽度;从板材端头切取 20 mm 厚的横切面试样

范围涵盖木材和木质复合材料,且两种材料的测试方法不尽相同;而我国 LY/T 标准仅针对实体木材,不涉及木质复合材料。

ASTM 标准中使用英制单位;根据国内实际使用习惯,我国 LY/T 标准中采用公制单位。

在含水率的要求上,美国 ASTM 标准规定含水率是 6%或其他规定含水率;我国 LY/T 标准考虑国内各地含水率的实际情况,以及相关标准中规定的含水率一般多采用 12%,亦规定含水率指标为 12%或其他平衡含水率,并要求在试验过程中做好详细含水率记录。

在密度和年轮宽度试验准备上,ASTM 标准要求:从板材端头切取厚度约 12.7 mm(1/2 英寸)的横切面试样;我国 LY/T 标准规定:从每个板材端头切取 20 mm 厚横切面试样,以与国家现行标准 GB 1930-2009《木材年轮宽度和晚材率测定方法》和 GB 1933-2009《木材密度测定方法》一致。

2.2 试样尺寸

为了便于比较,笔者将 ASTM 标准中试样尺寸的英制单位,换算为表 2 中的公制单位。

我国 LY/T 标准制定时参照了 ASTM 标准,并按照公制单位对不同测试项目的试样尺寸进行了取整调整,方便试样的制备。

此外,美国 ASTM 标准中车削加工的试样尺寸是 19 mm×19 mm×127 mm;由于该尺寸在我国很少使用,根据我国实际生产情况,LY/T 标准将车削加工试样的尺寸调整为国内较多采用的 22 mm×22 mm×130 mm。

表 2 两国标准的试样尺寸比较

Tab. 2 Differences of specimen dimension between the two standards

测试项目	试样尺寸/(mm×mm×mm)	
	ASTM D1666-1987	LY/T 2054-2012
刨削	19×102×910	20×100×900
砂削	7.9×102×303	10×100×400
铣削	19×76×305	20×80×300
钻削	19×76×305	20×80×300
车削	19×19×127	22×22×130
开榫	19×76×305	20×80×300

2.3 测试方法

由表 3 可见两国标准在测试方法上差异:

1) 刨削 采用钢制直刀刀具,在刨削加工过程中,要反复刃磨刀具,以避免因刀具变钝而对试验结果产生影响,在保证其他条件一定的情况下,寻找刨削的最佳参数。

美国 ASTM 标准中,主要通过对进料速度和切削前角的调节,实现最佳刨削条件,测试不同树种木材的刨削性能;由于我国刨削加工木材时,很少对切削角进行调节,故我国 LY/T 标准仅对进料速度做了要求。

2) 砂削 是木制品加工中的基础工序,切削厚度和进料速度是影响砂削质量的主要因素,测试时采用氧化铝布质或纸质砂带。

ASTM 标准对切削厚度无具体限定值;LY/T

表 3 两国标准的测试方法比较

Tab. 3 Differences of testing methods between the two standards

加工方式	项目	ASTM D1666-1987	LY/T 2054-2012
刨削	调整参数	进料速度和切削前角	进料速度
	厚度/mm		0.5
砂削	进料速度/(m·min ⁻¹)	6.1	5.0~8.0
铣削	铣削方法	二次铣削	先在细木工带锯机上加工,然后一次铣削
	主轴转速/(r·min ⁻¹)	≥7 200	6 000
钻削	采用设备	麻花钻	圆形沉割刀或麻花钻
	进料速度/(r·min ⁻¹)	3 600	500(麻花钻); 2 800(圆形沉割刀)
	车削量/mm	最薄处为 9.5	8.0
车削	加工结果	在含水率 6% 和 12%两种条件下测试结果的平均值	含水率 12%或其他平衡含水率的测试值
开榫	空心凿尺寸/mm	13.0	12.5

标准制定时,结合前南斯拉夫的研究结果^[15]以及我国的生产实践,规定砂削厚度为0.5 mm,进料速度在5~8 m/min的范围内,既与ASTM标准推荐的进料速度6.1 m/min接近,又保证了所选速度值在砂光机可选档位之内。

3) 铣削 选择立式单轴或双轴铣床钢制刀具,手动进料。

ASTM标准中规定铣削加工要经过二次铣削,主轴转速不低于7 200 r/min;由于我国习惯采用一次铣削成型,因此LY/T标准规定,在铣削之前,需要在细木工带锯上初步锯割试样轮廓,随后在铣床上一次铣削成型,主轴转速为6 000 r/min。

4) 钻削 采用单轴电动钻床,自动进料或手动进料加工通孔。

ASTM标准规定使用麻花钻,转速为3 600 r/min。我国则考虑麻花钻钻削质量较差,故在LY/T标准中规定,可使用麻花钻或圆形沉割刀中心钻(木工钻),主轴转速分别为500、2 800 r/min。

5) 车削 采用一次成型铣刀加工,车床上安装复式刀架。

ASTM标准要求,车削加工的车削量需保证最薄处为9.5 mm,且选用6%和12%两种含水率条件下进行试验,结果取平均值;根据国内加工条件,我国LY/T标准限定车削量为8 mm,在含水率12%或其他含水率条件下进行试验。

6) 开榫 采用方形空心凿榫槽机加工两个贯通的榫眼,ASTM标准中建议采用尺寸为13 mm的空心凿;根据我国生产中常用的空心凿尺寸,LY/T标准推荐采用尺寸为12.5 mm的空心凿。

2.4 评价方法的比较

ASTM标准对木材机械加工性能的评价方法是:依据木材加工产生缺陷的严重程度和数量,分为5个等级;首先确定无缺陷和最严重缺陷等级,然后确定2、3和4级缺陷,最后统计各树种木材在不同加工方式下的等级率。

LY/T标准总体采用类似评价方法,但在统计各树种木材在不同加工方式的等级之后,需要按照每个测试项目试样相应等级的数量百分比,最终确定其质量级别:90%以上为5级,70%~89%为4级,50%~69%为3级,30%~49%为2级,29%以下为1级。

根据六种不同加工方法在木材加工生产中的重要性,LY/T标准中还分别设定加权数,即:刨削、砂削、铣削、车削的加权数为2,钻削和开榫为1。每个项目的质量级别乘以其加权数,然后将六项测试结果得分相加,计算出总评分;通过总分的高低,比较和评价该树种木材的综合加工性能。

尽管两国标准均是依据加工缺陷评定木材加工质量,但是LY/T标准针对不同测试方法采用了不同的加权数,更加客观地反映了木材机械加工性能。由于缺乏系统深入的研究,美国ASTM和我国LY/T两项标准均没有考虑能耗和设备磨损等因素对加工质量的影响。

3 对木材机械加工性能测试及评价方法的建议

1) 应尽快开展测试所需设备的相关研究,开发更精确的测试仪器或系统,提高精度和可调性,以适应不同树种、地区和用途木材的研究,提高测试的准确性和效率。

2) 应尝试结合木材解剖、物理和力学性能进行综合分析,进而更准确地掌握加工缺陷产生的原因,最终达到减少加工生产过程中缺陷产生、提高加工质量的目的^[16-17]。

3) 应采用新的技术手段定量分析木材加工缺陷(如表面粗糙度测定仪和便携式显微镜),减少主观判断影响,并建立加工缺陷标准图谱,保证加工测试与研究更加科学准确。

4) 开展加工能耗和效率等因素与木材加工性能的关系研究,综合评价木材的机械加工性能。

5) 应尽快扩大树种的研究范围,对各种人工林木材的机械加工性能进行系统分类研究。既为企业和用户提供必要的技术规范 and 加工性能评判依据,又能促进林业行业标准的发展,提高国际学术交流水平,推动林业科学进步。

参考文献:

- [1] Davis E M. Experiments in the planing of hardwoods [J]. Transactions American Social Mechanic Engineers, 1938, 60(1): 45-49.
- [2] Malkocoglu A, Ozdemir T. The machining properties of some hardwoods and softwoods naturally grown in Eastern Black Sea Region of Turkey [J]. Journal of Materials Processing Technology, 2006, 173(3): 315-320.

(下转第28页)

3 结语

我国家具业面临着极为复杂的经济形势和外部危机,国际市场的不确定性正在增加,而且发达国家的贸易壁垒和非贸易壁垒日益增多;国内市场由于宏观调控,出现了市场萧条;同时国内劳动力价格不断提高,原辅材料价格上涨,生产成本急剧上升,生产和市场面临的不利因素不断增多。

然而,我国家具业现在面临的危机主要还在自身:企业家普遍缺乏现代化思想的启蒙;企业家精神匮乏;缺少把握国际经济格局变动的眼光;鲜有现代化商业伦理。

我国家具业的现代化转型升级迫在眉睫,是解决“去产能化”的唯一途径。其路径可以概括为:1)淘汰部分落后产能,以优化整个产业的资源配置;2)提高现有工厂的劳动生产率和产品附加值,实现产业的转型升级;3)改善我国的家具零售业,扩展销售渠道,促使国内消费的潜在需求转变为“有效需求”,通过繁荣市场来消化产能。

笔者深信,经过这次危机的洗礼,我国家具业会取得更健康的发展,成长为现代家具业,自立于国际家具业之林。

参考文献:

- [1] 今日家具编辑部. 业界纵览/数字, 今日家具, 2012(12):6.
- [2] 贾清文. 在中国家具协会四届四次理事扩大会议暨庆祝中国家具协会 20 周年大会上的报告(讨论稿)[R]. 2008-09-11.
- [3] 陈宝光. 2011 年度中国家具行业的发展[J]. 木材工业, 2012, 26(5):1-5.
- [4] Bart de Turck. Institutional protocol for world wide cooperation for the furniture industry, Palma de Mallorca[R]. Spain, 2006.
- [5] Kevin Castellani. Roundtable discussion: development and opportunity of the furniture industry in the developed countries after the global financial crisis[C]// The Third World Furniture Summit, 2012.
- [6] 中国家具协会. 2012 年 1—4 月家具行业工业销售产值情况, 2012 年 1—4 月家具行业产量情况[J]. 中国家具协会通讯, 2012(3): 50.
- [7] 中国家具协会. 2011 年 1—12 月家具行业工业总产值情况[J]. 中国家具协会通讯, 2012(1): 49.
- [8] 林作新. 民工荒与高端产业[J]. 今日家具, 2012(7):17.
- [9] 中国家具协会科学技术工作委员会. 中国家具业科学技术白皮书[M]//中国家具年鉴, 2007.
- [10] 许美琪. 格局改变规则, 规则也将改变格局[J]. 今日家具, 2012(9):18-20.
- [11] 许美琪. 超级霸主们的功与罪[J]. 真情家具 Time, 2012(4): 46-48.
- [12] 许美琪. 亟需变革的中国家具零售业[J]. 中国家具协会通讯, 2012(2): 40-42.

(责任编辑 向琴)

(上接第 19 页)

- [3] Kurt H M, Dennis L L. The effect of aspen wood characteristics and properties on utilization[J]. USDA Forest Service Proceeding, 2001, 18:429-440.
- [4] Sogutlu C, Togay A. The effect of the process parameters in the planing processes on the surface roughness of cherry and pear woods [J]. African Journal of Biotechnology, 2011, 10(21):4392-4399.
- [5] Farrokhpayamm S R, Ratnasingam J, Nazerian M. The effect of machine parameters on the surface quality in planing of rubberwood [J]. Journal of Basic and Applied Scientific Research, 2011, 1(11):2329-2335.
- [6] Malkocoglu A. Machining properties and surface roughness of various wood species planed in different conditions[J]. Building and Environment, 2007, 42(7):2562-2567.
- [7] Hernandez E R, Cecilia B, Yves F. Wood machining properties of white spruce from plantation forests[J]. Forest Products Journal, 2011, 51(6):82-89.
- [8] Farrokhpayam S R, Ratnasingam J, Bakar E S. Characterizing surface defects of solid wood of dark red meranti (*Shorea* sp.), melunak (*Pentace* sp.) and rubberwood (*Hevea brasiliensis*) in planing process[J]. Journal of Applied Sciences, 2010, 10(11): 915-918.
- [9] Ratnasingam J, Scholz F. Optimal surface roughness for high-quality finish on rubberwood (*Hevea brasiliensis*) [J]. European Journal of Wood and Wood Products, 2006, 4(64): 343-345.
- [10] 成俊卿. 木材学[M]. 北京: 中国林业出版社, 1985.
- [11] 姜笑梅, 叶克林, 吕建雄, 等. 中国桉树和相思人工林木材性质与加工利用[M]. 北京: 科学出版社, 2007: 137-181.
- [12] 侯新毅. 三种桉树木材的机械加工和透明涂饰性能研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2004.
- [13] 江京辉. 西南桦、红椎人工林木材应用于家具与装饰材的适应性评价[D]. 北京: 中国林业科学研究院, 2005.
- [14] 柴宇博, 刘君良, 刘焕荣, 等. 酚醛树脂密实化杨木的机械加工性能研究[J]. 木材工业, 2008, 22(6):5-7, 13.
- [15] Torelli N, Stewart H A. Machining and related characteristics of five wood species from Bayanga region (Central African Republic) [R]. Ljubljana: Edvard Kardelj University Ljubljana Biotechnical Faculty, 1983:5-16.
- [16] 侯新毅, 姜笑梅, 高建民, 等. 木材的机械加工性能研究现状与发展[J]. 木材工业, 2003, 17(6):3-5.
- [17] 袁全平, 苏初旺, 熊经波. 人工林木材机械加工性能的研究发展[J]. 木材加工机械, 2011(3):42-45.

(责任编辑 姜征、向琴)