

讨论与建议

木家具表面粗糙度和砂磨质量控制分析

王庆全

(广州市铸锻工业公司, 广州 510220)

摘要: 分析木制件表面粗糙度国家标准在实践中存在的一些问题, 指出依靠人工经验判断砂磨作业质量的弊端, 并对提高砂磨作业的质量和效率提出建议。

关键词: 木家具; 表面粗糙度; 砂磨; 质量控制

中图分类号: TS664 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-8654(2007)02-0026-03

Surface Roughness and Sanding Quality Control for Wood Furniture

WANG Qing-quan

(Guangzhou Casting & Forging Industrial Corporation, Guangzhou 510220, Guangdong, China)

Abstract: The author first analyzed some problems in the engineering practice of sanding work according to the national standards. Currently, many workers in furniture factories actually judge the quality of sanding work by relying on their experience. The author made suggestions on how to improve the efficiency and quality of sanding work.

Key words: wood furniture; surface roughness; sanding work; quality control

1 木制品表面粗糙度的标准

表面粗糙度是评定物件表面加工质量的重要指标。木制家具的表面粗糙度对家具的涂饰效果有决定性影响。早在 1990 年, 国家就颁布了 GB/T 12472-90《木制件表面粗糙度参数及其数值》, 该标准现已被 GB/T 12472-2003《产品几何量技术规范 (GPS) 表面结构 轮廓法 木制件表面粗糙度参数及其数值》所替代。然而长期以来, GB/T 12472-90 似乎并未受到足够的重视, 不仅没有被行业中广泛使用的主要标准汇编收录, 教科书里也所言不多, 笔者认为, 其原因在于该标准实用性和指导性欠佳。

GB/T 12472-2003 的附录 C 列出了采用不同加工方法(砂光、手光刨、机光刨、车削、纵铣、平刨、压刨等), 不同树种木材(柞木、水曲柳、柳桉、红松等)所能达到的粗糙度范围。GB/T 3324-1995《木家具通用技术条件》也规定了木家具不同部位的粗糙度指标范围: 涂饰部位、内部不涂饰部位及隐蔽处的粗糙度分

别为 $\leq 3.2 \mu\text{m}$ (精光)、 $3.2 \sim 12.5 \mu\text{m}$ (细光)和 $12.5 \sim 50 \mu\text{m}$ (粗光)。对比 GB/T 3324-1995 和 GB/T 12472-2003, 将各种加工方法、木材树种和表面可能达到的最低粗糙度作归纳可知: 采用车削加工, 5 个树种的表面有 4 个的粗糙度能够达到 $3.2 \mu\text{m}$; 采用砂光加工, 6 个树种的表面仅有 2 个能达到 $3.2 \mu\text{m}$ 。

尽管依据 GB/T 12472-2003 的附录 C, 有些木材仅经过刨、削、铣加工, 即可直接达到油漆前的粗糙度要求, 但这类加工不仅十分费工, 而且可靠性差, 从技术和成本效益来看根本不可行。若采用铣刨削加工, 工件表面粗糙度的理论值为^[1]:

$$h = 2.5 \times 10^5 \times U^2 / (n^2 \times Z^2 \times D) \quad (1)$$

式中: h —切痕深度, mm; U —进给速度, m/min; n —刀具转速, r/min; D —刀具切削圆直径, mm; Z —刀具刃数。

公式 1 在理论上必须满足下列几个假设条件才成立: 1) 刀具主轴的刚性大, 运动平稳精度高, 没有径向跳动和振摆; 2) 刀具圆上每一刃口到圆心的距离完全一致, 刀头的动平衡校正准确; 3) 工件的切削进给速度恒定; 4) 工件与刀具的接触是刚体与刚体

收稿日期: 2006-01-06; 修改稿: 2007-03-09

作者简介: 王庆全(1944—), 男, 原广州市铸锻工业公司副总经理, 高级工程师。

的接触,无任何变形。

目前多数木工厂的铣床、刨床难达到上述条件。例如:按照 GB/T 13569-1992《木工平刨床 精度》,平刨序号 G5 刀体的径向圆跳动公差为 0.03 mm,接近 10 倍于 $3.2\text{ }\mu\text{m}$;一般刨、铣床常用 4~6 刃的刀具,要达到粗糙度 $\leq 3.2\text{ }\mu\text{m}$,从理论上计算,工件的进给速度须慢,而这样又会带来加工表面过分积热,严重时导致表面炭化。可见,与 GB/T 12472-2003 对砂光、机光刨的表述不尽相同,目前家具制造厂仍主要依靠砂磨工序来降低产品的表面粗糙度。

2 木制品表面粗糙度的判定

GB/T 14495-1993《木制件表面粗糙度 比较样块》规定,可用样块与结构纹理相近、加工方法相同的表面进行比较,并通过检验者的视觉和触觉评定木制件表面粗糙度。目前国内的木家具工厂,砂磨工部的质量检验基本上是靠人工判定,即由检验者通过眼观和手触,以其对木表面粗糙程度的反应与感受来判别^[2]。判断结果易受检验者的主观影响,不易量化。

2.1 触觉判定

笔者曾用柞木、水曲柳、桦木等多种树材,做成幅面规格为 200 mm×200 mm、粗糙度在 50~1.6 μm 范围内的试样,选择广东、河北、辽宁等省的 7 个工厂,在气温 -10~35℃、相对湿度 34%~98% 的条件下,由 28 个有经验的检查员做触摸(完全无视觉介入)测试,结果发现:1) 仅用手触摸,不易区分粗糙度 25 μm 以下的试样。粗糙度值在 25~12.5 μm 、12.5~6.3 μm 、6.3~3.2 μm 、3.2~1.6 μm 的对比组难以被区分,越光滑的对比组越难分;木导管数量多、孔径大的树种越难判别,如栎木比桦木难分。2) 由于摩擦系数不同,同一粗糙度不同木材试样的手感不同。3) 在环境条件改变的情况下,尤其在温度 $\leq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 或者 $\geq 30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、湿度 $\geq 90\%$ 时,人的触觉灵敏度下降,仅靠手感触摸往往导致判断错误。

2.2 视觉判定

GB/T 3324-1995 规定,目视、感官检验的条件是:在自然光或光照度 300~600 Lx 范围内近似自然光(例如 40 W 日光灯)下,视距为 700~1000 mm,由 3 人共同检验,以多数相同结论为评定值。虽然标准对照明条件和避免人为主观判断错误提出了措施,不过生产现场却难以做到。

影响视觉观察的因素比手感触摸复杂,主要可归纳为:1) 被加工木材试件的细胞、纹理和材面位置

(径、弦、端切);2) 光源的种类与方位,观察者的视角与光的入射角的偏差,检测地点的其他散射或透射光线等的干扰;3) 加工过程引起的木材组织的变化。

木材属生物质材料,木材表面的光特性和木材的其他性质一样具有各向异性。当光线沿着纵向照射在木板上,反射作用大,散射作用小;光线沿着横向照射在木板上,则反之。因此,对于弦切板会有如图 1 所示的视觉现象(图中的小椭圆代表木材的细胞)。如果车间有大量的条形日光灯,户外光透过有大量水平或垂直的窗栅照到弦切板工件上,光线与工件的木纹平行或垂直,而与观察者的视线垂直或平行,都会影响观察结果甚至被强化成视错觉。

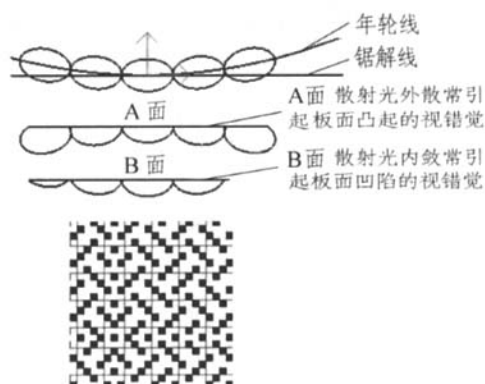


图 1 弦切板视错觉

Fig. 1 Visual illustration for a tangential-sawn lumber

实际生产中常见视觉现象举例如下。

例 1 多块弦切材并合在一起,在特殊的光照条件下,视觉感知板面起伏,但经手触摸或者直尺量可确定板面是平整的。

例 2 如图 2 所示,将木板从中间横截分断成 2 块,A、B 面是上下表面,a、b、c、d 是 4 个端面(图 2-I),木板侧拼的方式有:1) A 面均向上,端面 a-c、b-d 对齐(图 2-II)。由于木纹方向一致,板面不会出现明亮不一的现象,但是容易产生变形。2) 把端面为 c、d 的板翻面,使其 B 面向上,端面 a-c、b-d 对齐(图 2-III)。此法符合拼板工艺要求,但是在加工时

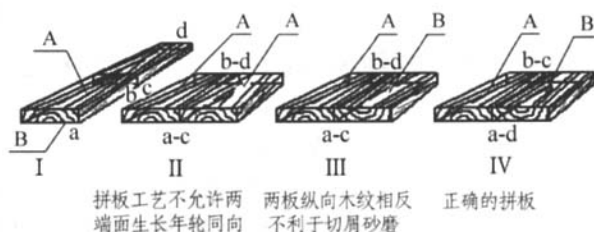


图 2 木板分断-合并示意图

Fig. 2 A sketch for lumber sawing and jointing

总有一块板处于逆纹切削状态,而在光照下特别是在油漆以后,随视角的变化,两块板会呈现不一样的明亮度,不仅砂磨费工,品质检验也易作出误判。

例 3 通常刨、铣、削会在加工表面留下波浪形的切痕,当砂磨未能将其彻底磨平时,虽然手触摸不易觉察,但视觉观察可发现。只是随着光源照射的角度或视角的不同,浪痕的明暗度不同,但在涂装后这些浪痕变得明显。

下列 2 种情况下,加工面上规则的明暗相间的浪痕与砂磨质量无直接关系。一方面木材本身有波浪形纹理;另一方面,刀具刃口较钝、切削量较大时,刀具刃口圆重重地辗过加工面,由于瞬间接触应力大大超过木材本身的强度,导致少量表层细胞组织被挤压破坏呈现片状剥落,深层细胞组织则被碾压变形。

3 高效、优质化砂磨作业的思路

现代的工业生产理念认为,应该用机械替代大量的手工劳动,并且最大限度地降低生产过程对人工技能、经验的依赖。砂磨作业应通过制定合理、优化的工艺,并运用设备,实现高质高效加工的目标。

如上述例 2,板材出现砂光不良,是由于拼板时忽视木材纹理方向导致,正确的拼板方式如图 2-IV 所示:将端面为 *c*、*d* 的板翻面,端面 *a*-*d*、*b*-*c* 合并,则不仅符合拼板工艺要求,而且全板木纹方向一致,避免顺、逆纹切削同时进行,砂磨后板面在光照下也不再呈现“阴阳脸”了。笔者在调查时,就此问题曾测问过 70 多位有多年拼板作业经验的工人、品控员和技术人员,能熟悉此点技术要领的人员却很少。

对于例 3,可采取以下的工艺措施:1) 在工艺规程上对刀具的锋利程度作明确要求,为保持刃口的锋利,达到一定加工量后就必须重新研磨,要形成制度;2) 限制加工余量和切削速度,从根本上防止刀具刃口圆过重地辗压加工面;3) 在完成粗切削后再作一次精切削,或者在不改变工作台定厚高度的情况下,先粗刨再重复刨削,可使表面粗糙度下降,提高砂磨功效和质量。

机械制造业中不必对每个工件都做粗糙度检查,只要确定金属材料的加工面是经过某指定粒度的砂轮磨削,并达到了预定的若干加工余量,则认为其已经达到粗糙度要求。同理,木工砂磨作业也应该设定工艺操作规范,对特定材种的工件,应在指定的砂磨设备上实测,依据测试结果设定砂布(纸)的型号,并确定每种型号砂布(纸)的砂磨量。

以砂磨某工件的一个曲面为例,选用 3 种砂布以不同配合方式测试(表 1)。比较可见,后两种配合方式的工效降低,消耗上升。因此,无论从质量,还是从效率和成本角度来看,砂磨工作程序测试十分必要。

表 1 砂磨工序测试
Tab. 1 Process testing for sanding work

测试参数	砂布配合方式						
	150 [#] -180 [#] -240 [#]			150 [#] -240 [#]		180 [#] -240 [#]	
砂布型号/ [#]	150	180	240	150	240	180	240
砂磨时间/s	5	3	3	5	15	20	3
粗糙度/ μm	12.5	6.3	3.2	12.5	3.2	6.3	3.2

在一般的砂磨机械设备上,或用气(电)动工具来砂磨,也可以测定砂磨工作时间和加工量。测定时应考虑到:

1) 砂磨材料的粒度和被砂磨面的粗糙度有一定的对应性,过度的砂磨并不利于粗糙度的改善。对材质比较软,且早、晚材的硬度差异比较大的木材,例如松木和栎木,过度砂磨反会加剧表面的粗糙度。

2) 砂磨量应在特定设备上,用中等磨损程度的砂布(纸)对典型的加工形体进行测定。砂布(纸)的新旧程度不同,可以通过调整砂磨的压力或时间进行平衡。

3) 若砂磨作业的目的是为了达到一定的粗糙度要求(区别于目的为整形的砂磨作业),通常不必使用太大的压力。例如手提式震动砂光机对平面进行砂磨时按压力仅 10~15 N,若压力过大,由于偏心转子不受其作用,即使震动很强,但振荡机在工件上的振移范围大大减少,输出的震动能量主要输送到操作员的手上,反造成时间、能量和砂纸的浪费。

4) 砂磨作业的重点是第一道工序的粗砂(用 120[#]~150[#] 砂布),彻底磨去切削浪痕、戗茬、撕裂、起毛等缺陷,使工件表面平整。

如果再配合对砂磨作业过程工人动作必要性和准确性的分析,对工件传送的速度、工位、数量均衡性的测定,即完成了砂磨作业的 QC(质量控制)和 IE(工业工程)分析。当测定的数据变成工作标准,并和工艺要求一起付诸执行,则砂磨作业的质量不仅可以得到有效控制,而且过程是低投入高产出的。

参考文献:

[1] 孟庆午,李传信.木材切削刀具刃磨技术[M].哈尔滨:东北林业大学出版社,2001.
[2] 李坚.木材科学[M].北京:高等教育出版社,2002.

(责任编辑 向 琴)