

面向装配的实木家具设计原则与方法

唐立华, 刘文金, 苏艳炜, 承君

(中南林业科技大学, 湖南长沙 410004)

摘要: 通过调查实木家具企业生产过程中出现的装配问题,总结了实木家具的装配操作要求,归纳整理了面向装配的实木家具产品设计原则与方法,并分析其应用的局限性。

关键词: 装配设计; 实木家具; 设计原则; 设计方法

中图分类号: TS66 文献标识码: B 文章编号: 1001-8654(2010)03-0035-03

Principles and Methods of Assembly Design for Solid Wood Furniture

TANG Li-hua, LIU Wen-jin, SU Yan-wei, CHENG Jun

(Central South University of Forestry and Technology, Changsha 410004, Hunan, China)

Abstract: The problems and operational requirements of solid wood furniture assembly in many companies in the southern region of China were investigated for this paper. The design principles and methods to optimize assembly were summarized to help these companies reduce costs and increase production.

Key words: design for assemble; solid wood furniture; design practice; design method

在很大程度上,设计是为了解决社会的、经济的、技术的、审美的问题,是有因果关系的活动。不同的因果关系,产品的设计方法亦不同^[1]。一件产品由许多零部件组成,组装的准确性、质量、效率均会影响产品的质量和成本,而组装不仅是单纯的工艺技术问题,其源头在于设计的动机和合理性。

以组装工艺的技术条件、精度指标、效率作为主要因素的产品设计方法,称为面向装配的设计(Design for assemble)方法,是产品设计方法学领域的重要分支,主要应用于对装配时间、过程的研究和较复杂的产品模式^[2]。

实木家具与其他类型家具产品相比,最显著的特点是形态较复杂,整体成型的零件数量较少,多由基本零件组装的复杂部件组成。为避免产品结构强度降低或其他质量问题,实木家具一般采用部件装配或整体装配后销售。因此,装配是实木家具生产制造的

重要环节。

调查发现,在实木家具设计过程中,由于设计师对产品装配环节考虑不周,常出现设计过程与制造、装配过程脱节等失误。而基于装配工艺的设计,侧重于家具由零部件到产品整个过程的便利性,在确保有效制造的前提下,尽量缩短制造时间,降低成本;确保产品功能和质量的有效性和可靠性。

1 实木家具装配操作问题的统计与分析

在实木家具生产中,部件装配和整体装配工时占制造总工时的比例较高。因此,在保证质量的前提下,缩短装配工时,成为企业降低产品加工成本的主要途径。许多实木家具企业纷纷采取培训措施,以期提高操作工人的技术水平,减少装配工时,但均收效甚微。究其根源是产品设计欠合理。

对此,应企业要求,笔者所在项目组以年产值2 000万元以上、生产加工基本实现机械化为条件,筛选了我国南方20家实木家具制造企业,以扶手椅、餐桌、床、衣柜、博古架等常见实木家具产品为调查对象,对部件和整体的装配过程进行现场跟踪采访,

收稿日期: 2009-08-27; 修改日期: 2010-03-20

基金项目: 湖南省科技计划项目(2007TP4002)。

作者简介: 唐立华(1966—),女,中南林业科技大学副教授。

通讯作者: 刘文金,男,中南林业科技大学教授、博士生导师。

表 1 生产工序对装配设计的要求

Tab. 1 Assemble design during solid furniture manufacturing

序号	部件类型	制造区间	原始意见	装配设计要求
1	所有产品类型	加工、装配	零部件多,难以迅速对号入座	集成零件,使其成为一个部件
2			连接件种类多,装配专用工具类型亦多,效率低	尽可能采用标准连接件
3			对齐安装要靠操作工人眼力	提供零件对齐特征
4		装配	需将工具探入家具内部空间中进行安装,操作不便	面向开放空间装配
5			无法直向旋拧螺钉和螺栓,既不易拧紧,且不易操作	设计便于操作的螺钉、螺栓安装方式
6			拧螺丝操作空间太小,手工旋凿和机械旋凿无法施展	保留足够的空间,以保证装配工具的使用
7	架类、桌类	加工、装配	查看原始图纸耗时	零件自身具备装配特征
8		装配	零件外形相似,装配时易混淆	外观相似的零件应加以标记
9	抽屉、柜类、	加工、装配	将一个零/部件装入另一个零/部件中时,虽然尺寸无误差,但仍较困难	嵌入式装配时,提供匹配特征
10	门类	装配	部件和产品复杂,常导致因安装顺序出错而返工	提供复杂部件的装配顺序
11	椅类、架类、桌类	加工、装配	不对称零件装配时,常难以定位	尽可能选择形体对称的零件,不对称零件要提供定位特征
12	柜类、架类	装配	装配时需将本体多次翻转,才能完成所有零件的安装	采用单一的装配走向,避免局部组装时,对产品整体进行翻转

针对加工过程中的问题,收集操作工人的意见,以其出现频次和对产品质量的影响程度,归纳为 12 项,并据此提出装配设计要求(表 1)。

上述反馈的原始意见均来自于生产加工、部件合成、预装、总装配等生产环节,集中针对设计的合理性和操作的有效性。

具体可归纳为:①在零件装配成部件及部件装配成产品的全过程中,是由上一工序对下一工序的影响,或者某工序对全局的影响所致;②某一装配工序失误,直接影响产品的整体装配质量。

2 面向装配的实木家具产品设计原则与方法

针对上述分析,结合实木家具常见的装配方法、连接方式等理论,笔者分析、归纳了面向装配的实木家具产品的设计原则与解决方案为:

- 1) 系统装配原则(见表 2);
- 2) 局部处理原则(见表 3);
- 3) 嵌入装配原则(见表 4);
- 4) 连接装配原则(见表 5)。

上述分析及设计原则运用于生产后,收效显著,20 家企业的装配总工时均减少了 20%以上。

表 2 系统装配原则与方法及其说明

Tab. 2 Principle and method of solid furniture assemble system

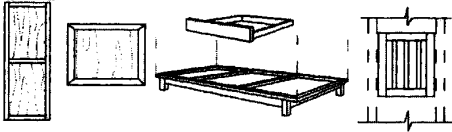
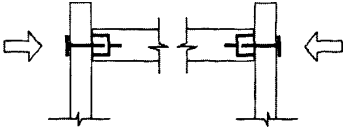
解决方案	设计示意	设计说明
分析产品构成,划分功能构成模块		将复杂的产品解剖成易被工人理解的不同的功能模块和装配模块
保证部件组装方向向外或开放的空间		如椅子前后腿组成的框架,两边以夹紧的方式和座面、靠背连接,空套螺钉埋入座面和靠背零件中,螺栓头向外
便于定向和定位的设计		圆柱形零件两端加工出对称的两个平面,可以辅助圆柱形零件的对齐
一致化设计	在同一件产品中,尽可能采用相同规格的通用连接件(如螺钉、螺栓、空套螺钉、偏心连接件等)	
	避免因寻找零件增加装配时间;由于对零件熟悉从而保证装配质量	

表 3 局部处理原则与方法及其说明
Tab. 3 Typical parts in solid furniture

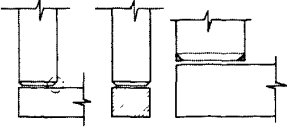
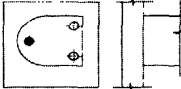
解决方案	设计示意	设计说明
利用对称形式,消除定位上的不准确性		对称的形式更容易安装和定位,加工效率高
外观相似的部件要有明显的特征区分		在零件的端面用不同的颜色加以标记,既不影响外观,又方便安装
平面对齐的两零件间设计工艺缝		完全对齐对工艺精度要求很高。工艺缝的设计可降低精度要求,提高加工效率,在正常视觉状态下,对外观几乎无影响
利用定位销对齐或定位零部件		利用定位销,对半圆形零件进行定位

表 4 嵌入装配原则与方法及其说明
Tab. 4 Principle and method of inset assemble

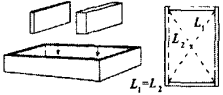
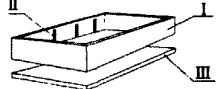
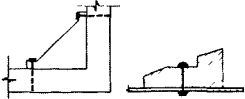
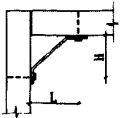
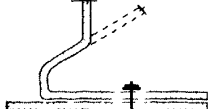
解决方案	设计示意	设计说明
榫接合中在榫头上添加倒角		榫头上设倒角,便于榫头插入榫眼
装配体提供充分的装配特征,以便新的被纳入零件(部件)的装配		柜体的方正程度,直接影响搁板、抽屉等其他零部件的安装
尽量减少不同的安装方向,使搁板、导轨等零件按同一方向置入柜体中		无论按照何种顺序安装背板Ⅲ、搁板或抽屉导轨Ⅱ,都需将柜体Ⅰ翻转

表 5 连接装配原则与方法及其说明
Tab. 5 Principle and method of join assemble

解决方案	设计示意	设计说明
选择最方便的接合方式		木制零件接合方式的便捷程度: 直钉接合、快速固化胶接合>螺钉接合>螺栓接合>榫卯接合
螺钉、螺栓的法线方向		避免螺钉、螺栓的旋转方向,与安装面的法线出现夹角
保证工具有足够的运作空间		L、H 型空间的大小,应能容纳装配用手动旋凿或电动旋凿
连接的位置选择应适当		尽可能将连接件放置在方便操作的位置

(下转第 43 页)

表 4 ACQ 各组分对 Q235A 钢、红铜腐蚀影响的方差分析
Tab. 4 Influence of different ACQ preservative on Q235A steel and red brass

材料	变异因素	平方和	自由度	均方差	F 值	F _α	显著水平
Q235A 钢	$w(\text{CuO})$	0.406	2	0.203	50.750	$F_{0.05}=19.00$	*
	$m(\text{CuO}):m(\text{DDAC})$	0.273	2	0.137	34.125	$F_{0.01}=99.01$	*
	$m(\text{CuO}):m(\text{MEA})$	0.142	2	0.071	17.750		
红铜	$w(\text{CuO})$	0.528	2	0.264	30.171	$F_{0.05}=6.94$	**
	$m(\text{CuO}):m(\text{MEA})$	0.006	2	0.003	11.714	$F_{0.01}=18.00$	*
	$m(\text{CuO}):m(\text{DDAC})$	0.205	2	0.103	0.343		

由表 3 可知,ACQ 对 Q235A 钢、红铜、热镀锌钢的腐蚀性均较大,而对 304 不锈钢基本无腐蚀性。因此,304 不锈钢连接件适用于与 ACQ 接触的场所,但由于其价格昂贵,应用场合受到限制。

ACQ 各组分对 3 种金属腐蚀性的影响因素排序为:①Q235A 钢: $w(\text{CuO})$ 、CuO 与 DDAC 质量比、CuO 与 MEA 质量比;②红铜: $w(\text{CuO})$ 、CuO 与 MEA 质量比、CuO 与 DDAC 质量比;③热镀锌钢: $w(\text{CuO})$ 、CuO 与 DDAC 质量比、CuO 与 MEA 质量比。

由表 4 可知, $w(\text{CuO})$ 、CuO 与 DDAC 的质量比是影响 ACQ 对 Q235A 钢腐蚀性的显著因素。DDAC 中的氯离子是促进 Q235A 钢腐蚀的主要因素。当 CuO 与 DDAC 质量比一定时,CuO 的质量分数较高,DDAC 的含量也较高。

$w(\text{CuO})$ 是影响 ACQ 对红铜腐蚀性的非常显著因素,CuO 与 MEA 的质量比为显著因素。当 CuO 与 MEA 的质量比一定时,CuO 的质量分数高,MEA 的质量分数也相对较高。经方差分析,在本试验设定范围内,各因素对热镀锌钢的腐蚀均无显著影响。

3 结论

1) ACQ 对 304 不锈钢不具有腐蚀性,但均可腐蚀 Q235A 钢、红铜和热镀锌钢。

2) CuEA、MEA 对红铜的腐蚀性很大;DDAC 对 Q235A 钢和热镀锌钢的腐蚀性较大。影响 ACQ

性能的三个因素中, $w(\text{CuO})$ 、CuO 与 DDAC 的质量比对 Q235A 钢腐蚀性影响显著, $w(\text{CuO})$ 、CuO 与 MEA 的质量比明显影响对红铜的腐蚀性。

3) 氯离子是影响 ACQ 金属腐蚀性的主要因素,可考虑用其他试剂优化 ACQ 配方。此外,由于防腐剂和防腐处理材对金属的腐蚀性不同,今后还将开展防腐处理材对金属腐蚀性的研究。

参考文献:

[1] 钟杰. CCA、ACQ 防腐木材苯酚液化的初步研究[D]. 北京林业大学, 2007.

[2] S L Zelinka, D R Rammer, D S Stone, et al. Direct current testing to measure corrosiveness of wood preservatives [J]. Corrosion Science, 2007, 49(3): 1673-1685.

[3] A J Baker. Corrosion of nails in CCA-and ACA-treated wood in two environments[J]. Forest Products Journal, 1992, 42(9): 39-41.

[4] S L Zelinka, D R Rammer, D S Stone. Electrochemical corrosion testing of fasteners in extracts of treated wood[J]. Corrosion science, 2008, 50(5): 1251-1257.

[5] 曹金珍. 国外木材防腐技术和研究现状[J]. 林业科学, 2006, 42(7): 120-126.

[6] R H Baechler. Corrosion of metal fastenings in zinc-chloride treated wood after 20 years[C]. Bethesda, MD: Proceedings of the 45th Annual Meeting of the American Wood Preservers' Association, American Wood Preservers' Association, 1949: 381-397.

(责任编辑 姜 征、张一萍)

(上接第 37 页)

3 结语

1) 设计原则和方法,与零件制造的装备条件,加工工艺等密切相关。设计的合理性与否,直接影响生产效率。面向装配的产品设计原则与方法,主要解决生产中与装配有关的问题。

2) 装配工序的可靠性是最重要的指标,生产企业在实施装配施工管理时,在保证可靠性的前提下,可按其产品、市场定位、企业实际,对上述基本原则与方法给予不同的理解与演绎。

3) 产品设计与艺术的有机结合,不可片面地强调艺术或技术。涉及制造环节的问题,还应依据制造工艺和条件另作分析。

参考文献:

[1] 刘文金,唐立华. 当代家具设计理论研究[M]. 北京:中国林业出版社, 2007.

[2] Wakil S. Processes and design for manufacturing[M]. Boston: PWS publishing, 1998.

(责任编辑 姜 征、张一萍)