

讨论与建议

实木五轴电脑数控加工中心技术及应用

朱剑刚

(南京林业大学木材工业学院, 南京 210037)

摘要: 在以高新技术和先进适用技术改造提升传统的家具制造产业的宏观背景下,介绍了实木五轴电脑数控加工中心的结构组成、特点及市场格局以及在家具制造业中应用的关键技术,指出应用实木五轴数控加工中心对加快我国家具制造业信息化建设、提升我国家具制造业竞争力的重要作用。

关键词: 五轴; 电脑数控机床; 加工中心; 家具

中图分类号: TS64 文献标识码: A 文章编号: 1001-8654(2006)01-0021-04

Application of a Five-axis Solid-wood CNC Machining Center in the Furniture Industry

ZHU Jian-gang

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

Abstract: This paper studies the importance of applying new and advanced techniques to improve and promote the traditional furniture manufacturing industry in China. It also illustrates that a major factor has been the application of a five-axis solid-wood CNC machining center to improve manufacturing efficiency, as well as to increase competition between companies. Critical topics focused on the structure, characteristics, market status and key techniques of the five-axis solid-wood CNC machining center as it applies to the furniture manufacturing industry.

Key words: five axis; computer numerical control(CNC) machine; machining center; furniture

得益于经济全球化趋势下的产业分工和产业链转移,加上劳动力成本的相对优势,在国内外不断大量投资的带动下,中国家具制造业日益激增的产能得以释放,产量及出口额快速增长,已成为世界的焦点,并正在改变长期形成的世界家具产业格局。但不应忽视,我国家具制造业产业升级的巨大压力已日趋显现,迫使业界诸多企业必须重视核心竞争力的培育,以摆脱低价重复竞争的泥潭。企业的设计能力、创新能力和市场开发能力成为焦点,而如何突破制造能力,尤其高附加值产品的加工能力这一瓶颈,则会更加得到重视。

近年来,中国家具及木工机械产业取得了快速的发展,但在中高端产品领域,国产设备就其品种、质

量、可靠性、交货期以及售前售后服务等方面仍相对滞后,尚无法满足巨大的市场需求,因而依赖进口则不可避免。据统计,我国近几年来家具机械及木工机械的进口增加幅度大于出口,2003年仅德国出口到我国的木工机械就达1.88亿欧元^[1]。目前,我国正处在以高新技术和先进适用技术来改造和提升家具这一传统产业,以信息化建设提升我国家具制造业竞争力的关键历史时期^[2],作为制造、装备信息化的典型关键技术^[3],开展中高端家具及木制品加工设备的应用研究具有重要意义。本文以实木五轴电脑数控加工中心为例,对其性能特点、应用技术及存在问题进行剖析,供业界人士参考。

1 基本概况与性能特点

五轴电脑数控加工中心是指集计算机控制、高性能伺服驱动、精密加工技术和软件技术于一体的、扩展五轴联动功能的高速电脑数控加工中心,其系统集

收稿日期:2005-07-15; 收稿日期:2005-09-21

基金项目:江苏政府留学奖学金资助。

作者简介:朱剑刚(1975—),男,南京林业大学木材工业学院讲师,博士。

成特性可提供较高的加工效率和加工能力。

五轴电脑数控加工中心是在 X、Y、Z 正交的三轴驱动系统内,另外加装倾斜与旋转的双轴旋转系统。其中 X、Y、Z 坐标决定刀具位置,2 个旋转坐标决定刀具方向。Z 坐标的运动一般指传递切削动力的主轴所规定的主轴轴向,而 X、Y 坐标则平行于工件装夹平面的水平坐标。A、B、C 坐标一般相对于 X、Y 和 Z 坐标作旋转或倾斜运动^[4]。五轴电脑数控加工中心常见的运动轴配置方案有:X、Y、Z、A、C 或 X、Y、Z、B、C 等(如图 1 所示)。

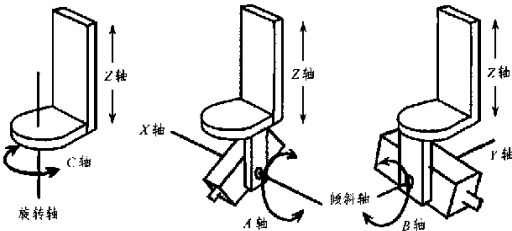


图 1 五轴电脑数控加工中心坐标系定义

Fig. 1 Axis system of a five-axis CNC machining center

众所周知,常规的数控机床在家具及木制品行业使用已比较普遍,但五轴电脑数控加工中心由于价格昂贵,且人员培训与技术掌握有一定难度,其应用多局限于一些发达国家。近几年,因五轴电脑数控加工中心的标准化量产与设备的封锁开放,价格逐步下降,加上用户对高质量加工设备的需求增多,五轴加工技术渐渐受到我国家具制造业的重视。

作为以加工实木为主的应用机型,实木五轴电脑数控加工中心是各种木制零部件完成铣型、开槽、钻孔、榫头及榫眼等全套加工的代表设备,和常规加工方式相比,其主要优点在于:

- 1) 自动化程度高,一次装夹,即能完成对工件的大部分或全部切削加工,保证了工件的加工精度,提高加工效率;
- 2) 高速的铣削加工可将传统多道工序浓缩为一道高速切削加工,减少加工工序,并避免传统多道工序的累积精度误差;
- 3) 加工零件的一致性,质量稳定,且正常运行费用低;
- 4) 对加工零件的适应性强,柔性高,灵活性好。

简言之,其最主要的优点是,加工整体复杂工件时的辅助工作时间短,大大缩短了零件的加工时间,为企业新产品的研发节省大量的时间和费用,还可以省去某些大型专用、多工位设备的投资。

· 万方数据

2 结构类型与市场格局

2.1 主要结构类型

五轴电脑数控加工中心一般由主机和控制系统 2 大部分组成,主轴箱、工作台、机架、进给机构等组成主机的主体部分,其中工作台的大小、各控制轴行程范围及机床主电机功率等,构成机床关键的特征规格^[5-6],并成为选型的重要依据之一。

按主机的主要结构,五轴电脑数控加工中心通常可分为龙门式和卧式 2 种。

1) 龙门式五轴电脑数控加工中心(如图 2),其主轴的轴心线多为垂直设计。该机床的优点在于工作台可以从切削主轴下方通过,待加工工件一次安装后,除安装面外,其他所有侧面和顶面均在切削主轴的加工范围内,且主轴及机床的刚性较好,但机床占地面积较大。

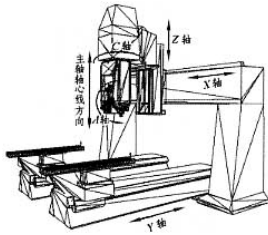


图 2 龙门式五轴电脑数控加工中心典型结构

Fig. 2 A five-axis CNC machining center with gantry configuration

2) 卧式五轴电脑数控加工中心,是指主轴轴心线为水平状态设计的加工中心,代表结构如图 3 所示。其特点:占地面积小、加工时排屑容易;如配置适当高度的工作台后,还能使切削主轴对加工工件下表面进行加工。缺点是如不加装旋转工作台,工件一次装夹后,切削主轴无法加工到工件的背面。

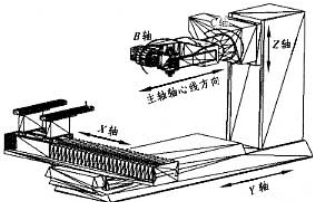


图 3 卧式五轴电脑数控加工中心典型结构

Fig. 3 A five-axis CNC machining center with mobile upright configuration

上述 2 种结构各有其优缺点,但只要配置得当,均能完成高质量的加工,因而不能简单判定哪种结构更优。目前,意大利 PAOLINO BACCI 公司的卧式

双主轴实木多轴电脑数控加工中心是惟一能将灵活性和效率都发挥到极至的成功机型。

2.2 设备制造的市场格局

由于在家具及木制品行业,常规制造技术已日趋成熟,作为集高技术含量和高附加值于一身的尖端设备,五轴电脑数控加工中心已成为国际上众多家具及木工机械制造企业的必争领域。目前,实木五轴电脑数控加工中心技术主要掌握在以日本、德国、意大利和美国等为代表的工业发达国家。

日本是加工中心的第一生产大国,同时也是最早研制和开发五轴电脑数控加工中心的国家之一,主导品牌有 HEIAN(日本平安株式会社)和 SHODA(日本庄田铁工株式会社)。而作为世界第一大家具及木工机械出口国的德国,五轴电脑数控加工中心的代表品牌有 MAKAL 及 HOMAG(豪迈集团)旗下的 BREVETTATO。欧洲的另一家具及木工机械出口大国意大利,在五轴电脑数控加工中心领域也云集了众多的知名品牌,如 PAOLINO BACCI(巴吉)、BALESTRINI(巴利维礼)、COSMEC、PADE(佰得)、BIESSE(比亚斯)集团的 ROVER BUSELLATO 及 SCM 集团旗下的 CMS 和 ROUTECH 等。美国作为家具及木工机械最大的消费国,也在世界五轴电脑数控加工中心产业中占有一席之地,代表品牌主要有 DMI、NORTHWOOD 及 THERMWOOD 等。

在上述种类繁多的机型中,应用的范围各有所侧重。如不少机型主要以板式构件加工为主,而有些机型则主要应用于建筑木构件的加工。值得关注的是,来自意大利的 PAOLINO BACCI、BALESTRINI 和 PADE 这 3 家企业,多年专注于实木座椅加工设备的制造,已成为木制座椅零件及类似零件的实木构件五轴电脑数控加工中心的专业制造商。

我国台湾地区的恩德实业股份有限公司于 20 世纪 90 年代中期开发出自主知识产权的五轴电脑数控加工中心,并成功进入美国市场;我国广东佳铁自动化有限公司在 90 年代末,也成功研制五轴电脑数控加工中心,对打破国际技术垄断有着积极的意义。

3 应用过程及存在问题

3.1 应用步骤

1) 在 CAD 软件中进行产品几何结构设计绘图,并对被加工零部件进行工艺分析,侧重审查装夹基准、待加工面等。由于绝大多数商用 CAM 软件包均含有 CAD 功能,也可直接在一体化的 CAM/CAD 软件包中进行,省去数据格式的转换与传输;

万方数据

2) 在 CAM 软件中进行加工中心的工艺设计,如工件定位坐标确定、刀具型号指定、加工参数设定及路径规划、加工顺序等,有时还需考虑装夹模具的工艺设计;

3) 在得到刀具相对于工件的刀具位置资料后,经过专用的后处理程序,将资料转换成数控中心所能接受的 NC 控制码加工;

4) 进行程序的检验、修订和优化,及机台仿真电脑加工模拟,以检查干涉情况;

5) 完成装夹模具的制作和加工,备好刀具;

6) 进行加工中心的初始化及原点设定,并将待加工工件装夹定位,经后处理,并将优化的控制程序读入数控加工中心的控制器(FANUC, SIMENS, OSAI 等),启动数控加工作业进行工件试切。

现在大多数商用 CAD/CAM 软件包均能实现参数化、自动化编程的处理模式,使操作者能在图形界面下完成加工中心的所有工艺设计工作。

3.2 存在问题

实践表明,数控机床的使用效果很大程度上取决于用户的技术水平。缺乏经验丰富的编程和操作人员,是影响五轴数控加工技术普及的因素之一,但更多的困难和问题主要表现在:

1) 选型 未能很好地结合企业的典型产品结构、产量及产品发展远景规划选型,造成机床开工率不足,特别是高速、高精度机床,性能得不到充分发挥,甚至闲置;

2) 预算 对预算估计不足,采购时重主(机)轻附(件),如没有合理地选购与主机配套的工具、软件技术以及售后服务等,导致在实际应用时加工工艺受限^[7];

3) 效益 对五轴数控加工中心的适应范围和投资效益没有合理估算,期望值过高,导致对加工中心失去信心,使设备未能发挥应有的作用;

4) 培训 对编程、操作人员的选用和培训重视不够,操作者对工艺不熟悉、编程不熟练、操作辅助时间过长,影响设备功能的发挥;

5) 维护 使用者的排障能力不强,机床故障排除不及时等。

由于对实木五轴电脑数控加工中心加工各种木质材料的适应性、复杂零件加工工艺等方面的研究及技术储备不够,影响到该技术的深入应用。因此,要使实木五轴电脑数控加工中心在实际生产中充分合理应用,其一,企业决策层的理性投资和重视程度非常重要;其二,培养一支高素质的技术队伍也是提高

数控加工中心(特别是进口设备)利用率的重要措施之一;其三:加大基础和应用研究,加快技术消化和转移也是关键所在。

针对上述问题,笔者所在的南京林业大学木材工业学院最近采购了一台意大利 PAOLINO BACCI 公司的实木五轴电脑数控加工中心用于教学和研究。企业可结合自身实际需要,依托学院雄厚的教学、科研实力,通过校企双方资源共享,进行“产学研”的互动与配合,并尽快培养出专门的技术人才,对挖掘加工中心的应用潜力、推动家具制造企业技术提升发挥出重要的作用。

4 结语

我国家具制造业正面临产业升级的巨大压力,以五轴数控加工中心为代表的先进制造技术的应用和研究将具有重要的战略意义。为提升我国家具制造企业在日趋激烈的国内和国际市场中的竞争力、产品档次和技术含量,五轴数控加工技术必将进入诸多先进企业。天津美克、东莞震兴、深圳亚力山卓等我国

家具制造及出口的龙头企业,已相继着手在实木五轴电脑数控加工中心上进行投资。相信实木五轴电脑数控加工中心的应用,必将推动我国由家具制造大国向家具制造强国迈进一大步。

参考文献:

- [1] Acimall. The Italian woodworking machinery industry annual report[R]. Italy: Acimall, 2003.
- [2] 朱剑刚. 中国家具制造业信息化进程[J]. 木材工业, 2003, 17(4): 3-5, 20.
- [3] 朱剑刚. 家具制造业信息化的构想及关键技术[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2004, 28(1): 77-80.
- [4] 熊熙. 数控加工与计算机辅助制造及实训指导[M]. 北京: 中国人民大学出版社, 2000.
- [5] 李黎. 木材的数控加工与数控机床(四)[J]. 木材工业, 1998, 12(5): 28-29.
- [6] 俞圣梅, 吴梅英. 数控机床的选型(上)[J]. CAD/CAM 与制造业信息化, 2005(4): 70-73.
- [7] 俞圣梅, 吴梅英. 数控机床的选型(下)[J]. CAD/CAM 与制造业信息化, 2005(5): 82-83.

(责任编辑 鲍加芬)

(上接第 11 页)

5) 发展深加工, 提高产品附加值, 拓展更大的市场。如开发各种贴面 OSB、阻燃 OSB、防虫防腐处理的 OSB 以及高性能地板、辐射屏蔽屋面板等功能性 OSB。

4 结语

许多专家分析认为, OSB 在中国目前的发展阶段为其生命周期中的生长期, 其产量会继续增加, 质量将不断提高; 北美地区的增速将会减慢; 而欧洲和南美的发展步伐会继续更大, 未来 5 年内的产量与产能之比率会因此而略低于 90%; 亚太市场富含商机, 值得增加投入。

北京北新建材商贸有限公司张士元先生为本文提供指导和资料, 特致谢忱!

参考文献:

- [1] ADAIR C. Regional production and market outlook structural panels and engineered wood products 2004—2009[R]. APA (The Engineered Wood Association). USA Tacoma, 2004.
- [2] EPF-European Panel Federation. Market information [EB/OL]. http://www.rndf-info.org/website%5Fepf/main_mi.html.
- [3] SBA-Structural Board Association. OSB in wood frame construction [R]. Chinese Edition 2005. Canada Markham, Ontario, 2005.

- [4] UN-ECE Timber Committee. ECE/FAO Forest Products Annual Market Review 2000—2003. Switzerland, Geneva.
- [5] FLYNN R. Update on the composite wood-based panels industry in South America[C]. 38th International Wood Composites Symposium, Washington, 2004.
- [6] The Campbell Group. Timber trends[R]. Portland, 2004.
- [7] SCHULER A, ADAIR C. Engineered wood products: an opportunity to “grow the pie” and benefit from globalization[R]. Forest Products Society, Carolina-Chesapeake Section, Raleigh, 2003.
- [8] HILTON G. A survey of US and South Carolina exports of forestry products[R]. South Carolina Forest Commission, South Carolina Export Consortium, 2004.
- [9] MIEZIS L. Timber production, consumption, preferences & opportunities for Australian native timbers[R]. Forest & Wood Products Research & Development Corporation, World Forest Institute, Australia, 2002.
- [10] 南京林业大学定向结构板工程研究中心. 定向刨花板制造工艺[J]. 木材工业, 1996, 10(2): 38-41.
- [11] 胡广斌. 我国定向刨花板现状及发展建议[J]. 人造板通讯, 2003, 10(10): 6-8.
- [12] 姜征. 农作物秸秆 OSB 与 MDF 的制造技术[J]. 木材工业, 2005, 19(1): 45-48.
- [13] 华毓坤. 定向刨花板在建筑中的应用前景[J]. 木材工业, 2003, 17(3): 1-2.
- [14] 定向结构刨花板在中国包装领域应用研讨会[C]. 北京, 2003.

(责任编辑 向琴)