

专题讨论

木工刀具制造技术的现状与展望

马连祥

(南京林业大学, 南京 210037)

摘要: 新材料、新工艺和新技术的研究与应用,提升了木工刀具的制造技术和产品质量。木工刀具正向着超硬材料、高精密和高速高效的方向发展。

关键词: 木工刀具; 超硬材料; 高精密; 高速高效

中图分类号: TS643 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-8654(2006)02-0063-03

Development of Manufacturing Technologies for Woodworking Tools

MA Lian-xiang

(Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, Jiangsu, China)

Abstract: New cutting materials, design and technologies are being studied to improve woodworking tools to increase production and upgrade manufacturing technology and product quality. Woodworking tools will be developed from super-hard cutting materials for high precision and high performance.

Key words: woodworking tools; super-hard materials; precision; high performance

我国木材工业近年发展迅速,家具和地板生产在全球市场上占有重要地位,产品在国际市场的竞争力不断增强^[1]。为进一步提升产品的档次和市场竞争能力,对木工机械和木工刀具都提出了新的要求。目前,普通切削材料的机械加工刀具已不能满足新工艺要求,木工刀具正向着超硬材料、高速高效和高精度方向发展。切削材料,如立方氮化硼(CBN)、聚晶金刚石(PCD)、涂层金刚石(CVD)和单晶金刚石(MCD)等超硬材料的相继问世,无疑对木工刀具行业的发展起到积极的推动作用。木工刀具的制造精度日益提高,不断出现新的刀具设计和新的产品。近年来,木工刀具的设计及制造技术正向着提高加工精度、提高产品质量、降低制造成本和使用成本、大批量和规模化生产方向发展。

1 超硬材料

通常用于木工刀具的切削材料主要为碳素工具钢、合金工具钢、斯太立合金、高速钢等,这些材料常

用于低切削速度、低进料速度和加工精度要求不高的场合,如刨刀、锯片、铣刀等,一般用于实木加工。随着纤维板、刨花板、胶合板和层积材等木质复合材料的出现,这些传统的切削材料已不能满足工艺要求。原用于金属加工的硬质合金材料,现广泛地应用于木材加工用刀具,并逐渐替代了高速钢等材料,提高了生产效率和加工质量^[2-3]。

为适应各种不同的加工材料和加工工艺,延长刀具的使用寿命,对硬质合金的研究不断深入,牌号也逐渐细化。研发出用于实木、人造板、复合材料等不同加工要求的硬质合金切削材料。根据颗粒的大小,硬质合金分为普通颗粒、精细颗粒和超微颗粒。不同粒度等级其组织也不同,颗粒越细,组织越均匀,则刀具的刃口越光滑越锋利,耐磨性也越好^[4]。不同的工件材料,刀具的磨损机理也有区别,因此,硬质合金除颗粒不同外,粘接剂也有多种,适用于不同的使用条件。目前用于精密刀具的切削材料多选用精细颗粒和超微颗粒的硬质合金,提高了刀具的精度等级和耐磨性。

早在 20 世纪 20 年代,德国和英国已开始采用陶瓷材料代替硬质合金材料,但陶瓷材料也由于众所周

收稿日期: 2006-01-14

作者简介: 马连祥(1963—),男,蓝帜(南京)工具有限公司市场与产品研发经理,南京林业大学副教授,博士。

专家论坛 万方数据

知的脆性,一直未被广泛地应用。如何克服陶瓷材料的脆性,提高其韧性,成为近百年的研究课题。至今,陶瓷刀具的材料已形成氧化铝陶瓷、氧化铝-金属系陶瓷、氧化铝-碳化物陶瓷、氧化铝-碳化物金属陶瓷等^[3]。

金刚石被认为是目前最硬的天然材料,由于资源的问题,天然金刚石不可能成为工业化刀具的切削材料,于是研究出人造金刚石。目前用于工业化生产的人造金刚石主要有 PCD、CVD 和 MCD,其中 PCD 使用最为广泛。由于人造金刚石的硬度很高,其韧性和脆性不能为刀具的性能所接受,最终研制出金刚石复合片^[5]。金刚石复合片是将人造金刚石微粉烧结在硬质合金基体上,采用金属粘接剂连接而成,使金刚石的高硬度、高耐磨性和硬质合金的高抗弯强度得到有机的结合,优良的韧性和耐磨性使其具有非常广泛的用途。

据统计,目前约 70% 的人造金刚石用于人造板、木质复合材料、塑料、纤维增强材料的锯解加工^[6],特别是用于强化木地板、实木复合地板、竹木复合地板的生产,可以提高复合地板的产量和质量,促进木地板行业的发展。CVD 是采用化学沉积法制造出的人造金刚石,成品厚度约为 0.5 mm。为了提高 CVD 的综合性能,同样要将 CVD 焊接在硬质合金基体上,但这种焊接工艺异常复杂,要求在真空条件下进行。另外,金刚石材料可直接涂布到硬质合金的表面,提高刀具切削材料的表面硬度和耐磨性,金刚石涂层的厚度为 5~40 μm ,硬度可达 10 000 HV_{0.05},附着力极好。但是价格较高,一般只适用于大批量单一品种生产^[7-8]。

2 高速高效

随着木工行业的技术进步和快速发展,木材加工企业的很多设备都需要根据工艺要求,进行特殊设计和制造。这些专用设备具有特别的用途、很高的切削速度和很大的生产能力,因此,对刀具的设计、刀体材料、切削材料、重量和精度都有很高的要求。目前双端铣刀具的线速度已达 110 m/s、进给速度高达 180 m/min,最高可达 300 m/min;最快的木工四面刨床的进给速度为 600 m/min;CNC 加工中心的主轴转速已达 5 万 r/min,进料速度达到 200 m/min。高速切削能有效地提高生产效率,提高设备的运转效率,同时可以减小刀具的切削力,提高工件的加工表面质量,延长刀具的寿命。超微颗粒、特殊牌号的硬质合金和金刚石的广泛应用,为高速切削刀具提供更广阔的发展空间。

3 高精度

制造精度 随着机械加工业的发展,制造木工刀具的母机精度越来越高。先进的检测仪器和检测手段,提高了木工刀具的制造精度,刀具的公差已达 μ 级精度。木工刀具精度等级的提高,不仅提高了工件的加工质量,也为高速高效切削提供可靠的保证。

安装精度 除刀具的制造精度外,刀具在机床上的精确安装也非常重要,它不仅影响刀具本身,也影响着机床的使用和寿命。未经精密调平衡校正的刀具,势必会降低机床的精度,增大轴承的磨损,引起系统振动和噪音。

改善刀具的夹持方式是提高刀具安装精度的有效方法。通常刀具都是带有中心孔的盘类刀具,与主轴的配合一般为基孔制,小间隙配合,在低速运转时,不会产生显著影响。但对于四面刨和双端铣类机床,在使用盘类刀具时,应采用液压夹紧轴套。液压夹紧轴套的内部空腔充满了液压油,产生压力时,液压轴套内壁膨胀,完全消除了液压轴套和刀轴之间以及轴套和刀具之间的配合间隙,保证了刀具回转中心和刀轴旋转轴线一致,提高了刀具回转精度、定中心精度和动平衡精度^[9]。对于 CNC 设备,则采用锥度定位夹紧,如 ISO、SK 系列锥度夹头、HSK 中空锥度夹头等,这种夹持方式提高了刀具的定位精度。液压夹紧夹头和德国蓝帜公司的收缩夹紧夹头 (Thermogrip),除安装盘类刀具外,对柄类刀具的安装精度也很高,可使 CNC 的转速达 3.6 万 r/min 以上。另外,德国威力公司新一代的四面刨则采用了 Powerlock 技术,实现了四面刨刀具装夹方式的又一次突破。

运转精度 刀具的低噪音设计和安全设计,可以降低运转时噪声,改善刀具在运动中的精度等级。轻金属刀体,可以降低刀具的重量,提升动平衡等级。

金刚石刀具的制造精度已达 μ 级精度,采用先进的夹紧技术,不仅提高了刀具的装夹和定位精度,而且提高了刀具的运转精度,保证了产品的加工质量,也延长了刀具的使用寿命。

4 未来发展

提高工件表面的加工质量,降低刀具的制造成本和使用成本是刀具设计和制造的一项重要课题。传统的成型刀具多为整体合金钢或焊接式硬质合金成型铣刀,修磨后刀具的外径随之发生变化,刀具的成型廓形也很难保持一致。采用可换刀片式或转位刀片式则可保证刀具的切削外圆和廓形不变。蓝帜公司 VariForm 多变廓形成型铣刀,采用特殊的三角定

位,换刀片式设计,使刀片可重磨;一个刀体可配多组、多种成型刀片,一组成型刀片可适用不同结构的刀体,适用于不同类型的机床,降低了刀具的购置和使用成本,多用于装饰线条和实木家具的生产。ProfilCut 精密成型铣刀为换刀片式,刀片不重磨;更换刀片后,切削外圆和刀具廓形恒定不变,适用于精密配合的榫连接,可用于大批量的门窗生产。ProFix 成型铣刀也是换刀片式设计,采用特殊的结构设计,可多次重复磨,重磨后刀具的切削圆恒定不变,廓形不变,可用于欧式门窗等的复杂形状工件的加工^[10]。

马拉松钻头是钻头系列中的一个新产品,其特殊的结构设计和制造方法,将钻头的寿命提高了数十倍,减少了钻头的更换和刃磨频率,提高了机器设备的利用率和企业的生产能力。

切屑流向控制技术(Dust flow control)是一项全新的刀具设计和制造技术。传统的刀具结构设计仅考虑刀具结构、切削角度、容屑槽的大小和排屑性能,并未考虑切屑的流向,加工产生的切屑大都流向设备的进给输送链、工作台或夹紧装置,尽管安装了吸尘装置,但还有很多切屑残留在设备内部,影响了产品的表面质量。切削流向控制技术是在刀具的容屑槽部位进行了特殊设计,使切削加工时产生的切屑沿着某个规定的方向流动,促进切屑依靠本身的动能直接流向吸尘管道口,并通过吸尘装置吸走,这样可以改善机器和刀具的工作环境,减少设备的磨损、提高工件的加工表面质量,是一项新型环保技术。

振动和噪音也是木材工业的公害之一。圆弧刀体设计、奇数齿设计、非等齿距设计和极限转速设计

等设计方法,都可有效地降低刀具的噪音和振动,提高刀具的运转精度,改善工作环境。低噪音技术主要有两个发展方向:一是通过改进刀具的结构设计,来改变刀具运转时空气噪声,如前所述的圆弧设计、减振设计等;二是采用阻尼材料,将阻尼材料粘接在刀具的刀体上,可以改变刀具的固有频率。

参考文献:

[1] BEER I, DJOUADI M A, MARCH AL R, et. Influence of knife surface modification with hard coating on the peeling woos process [J]. Journal of materials processing technology, Miklaszewski, 1999(92-93): 264-268.

[2] 李黎,习宝田,杨永福. 切削纤维板时表面涂层硬质合金刀具的磨损[J]. 木材加工机械,2003(6): 5-8.

[3] 习宝田,钱桦. 现代木工刀具材料与展望[J]. 林产工业,2001, 28(3): 50-53.

[4] BAI Q S, YAO Y X, Chen S D. Research and development of polycrystalline diamond woodworking tools [J]. Research metals & hard materials, 2002(20): 395-400.

[5] 郑超,张志平,李东平. 我国金刚石刀具发展评述[J]. 金刚石与磨料磨具工程,2003(2): 77-80.

[6] 曹鼎,熊计. 木质复合材料加工刀具的研究进展[J]. 工具技术, 2005(39): 6-10.

[7] SHEIKH AHMAD J Y, STEWARD J S, FELD H. Failure characteristics of diamond-coated carbides in machining woo based composites[J]. Wear, 2003(255): 1433-1437.

[8] 韩荣第,胡义光,韩滨. 刀具涂层技术与涂层刀具的切削性能的实验研究[J]. 现代金属加工技术,2004(10): 17-19.

[9] 曹平祥,周兆兵. 木工刀具液压夹紧轴套的研究[J]. 木材工业, 2004,18(6):13-15.

[10] Leitz lexicon[Z]. 4th ed,2005.

(责任编辑 鲍加芬)

行业简讯

’06 北京国际木工刀具高新技术研讨会

“2006 北京国际木工刀具高新技术研讨会”于 2006 年 3 月 8 日在中国林科院举行。中国林科院金旻、储富祥副院长、中国工程院张齐生院士、日本兼房株式会社渡边将人董事长、德国帕尔曼公司 Franz Wilbois 副总裁,以及国家林业局国际合作司、科技司的负责人出席了会议。来自中国、日本、德国等国家的科研、教学、刀具制造及木材加工企业的 130 多位代表,以及东北林业大学、北京林业大学的 100 名学生参加了会议。

此次会议旨在推动我国木工刀具技术进步,发展我国民族木工刀具产业,减少生产加工环节,提高木材利用率和最终产品质量。针对“新型木工刀具及硬化涂层技术”、“金刚石刀具技术”、“木工圆锯片的动

态稳定性与评价方法”、“高速加工在木工机械上的应用”、“木工圆锯片制造过程中残余应力研究”等专题进行了交流。与会者认为,随着世界经济一体化进程的深入,国际间技术交流与合作日益重要。

通过本次研讨会,不仅加深了我国木材加工领域与国外同行间的交流,更为进一步全面科技合作打下了良好的基础,对加速我国及世界范围内的木工刀具技术进步起到了推动作用。

会议由国家林业局北京林业机械研究所和日本兼房株式会社联合举办,《木材工业》、《中国人造板》、《中国绿色时报》、《木材加工机械》、《林产工业》等多家媒体支持。

本刊讯