

计算机数控木材加工机械

张久荣

(中国林科院木材工业研究所)

电子计算机始于本世纪四十年代。早期的电子计算机体积庞大、耗能多。1943—1946年,美国宾夕法尼亚大学制作的计算机由18,000只真空管组成,耗电200KW,重量达30吨,每年大约有19,000次故障。1948年,晶体管取代了真空管,使电子计算机的体积和造价大大降低。60年代初期开始生产集成电路,70年代出现大规模集成电路(LSI)只用几块甚至一块LSI芯片就可以组成一台微型计算机。电子技术、计算机技术如此飞快的发展,正在改变人类生活和生产的各个方面。以微型机作为智能机正在带来新的工业革命,这是比以蒸汽机作为动力机引起的第一次工业革命还要大的变革。高度的社会需求,激烈的国际竞争,要求大力提高劳动生产率。为此可以有各种方式,但最有希望的莫过于应用计算机。人们用“第三次浪潮,信息革命,计算机世界”来论述当今的时代特征。计算机扩大了人类的智力,使其更深刻而全面地了解周围环境及所进行的工作。在木材加工中计算机已将人类的

智能和机器结合在一起。计算机在木材工业中的应用要比其它行业落后10—20年^[4]这是由于木材加工的原料—木材有很大的不均一性,生产环境也比较恶劣。但是随着技术进步,尤其是大规模、超大规模集成电路的发展,各种微处理器的体积小、功能多,而价格大幅度降低,对各种环境条件的适应性不断改善,因此计算机在木材加工机械中的应用得到迅速发展^[3]。本文将介绍计算机数字控制(Computer Numerical Control简称CNC)木材加工机械。

一、木材加工由手工操作向计算机数控机械加工的发展过程

回顾木材加工机械发展的历史,可以看到用计算机控制木材加工机械是现代技术发展的必然结果。

人类最初是靠手工加工木材,生产各种木制品。生产出的产品数量和质量取决于工人的技术水平。只有技术熟练的工人才能使生产的产品尺寸

测木材内部缺陷最有前景的一种方法。这种方法的主要缺点是超声换能器必须与被测材料在水中进行机械耦合。微波法, X—射线法和中子法的主要缺点是它们的探测能力受着木材密度和含水率变化的影响,在生材中尤为明显。

3.为了保证实现联机检测,木材缺陷的探测系统必须对木材外部和内部性质的变化非常敏感,为了达到这一要求,采用光学扫描时应该与一种内部缺陷探测法相互结合使用。在制材厂,木材缺陷的探测以及相继进行的锯解均联动着自动切边机同时完成。

4.一种有效的木材缺陷探测方法是增加制材和加工利润的有价值的工具。利润的高低取决于加工技术和自动化程度。而在适宜的成本和投资费用内,调整和提高木材缺陷探测系统的自动化程度将对经济效益产生明显的影响。

参考文献

- (1) 成俊卿 蔡少松, 1982, 木材识别与利用, 中国林业出版社, 105~124.
- (2) 成俊卿主编, 1985, 木材学, 中国林业出版社, 776~814.
- (3) Panshin A.J. et.al., 1980, Textbook of Wood Technology, McGraw-Hill Book Company, 286~328.
- (4) Kollmann F. F. P. et.al., 1986, Principles of Wood Science and Technology, I.Solid Wood, Printed in Germany, 79~133.
- (5) Szymani, R.1984, Automation of Lumber Defect Detection, Wood machining institute, Berkeley, CA, 124~134.

偏差在一定的范围之内。同一位工人生产的同一种零件,也会因为人们感观和动作的影响而产生差异。到十九世纪中期,人类生产出相当精密的木材加工机械,从而不必再用手制作零件和进行安装。使用机床可生产出大量的,尺寸偏差很小的零件。这些零件由于是机械加工的,不再受或很少受操作人员个人因素的影响,对同一种类的零件,可以达到高度的一致性。这就是大生产的开端。在20世纪初,自动化机床发展很迅速,自动化的木工机床可以在人们很少干预的情况下生产出大量相同的零件,但是这种机床只能完成一系列顺序操作。它的“程序”是用凸轮和棘爪编成的。这类程序只能作很少的变动,编制硬件程序的成本很高。因此人们希望能生产一种机器,其动作受事先写好的指令的控制,一接到命令,机器即按照指定的命令运行,例如将工件定位、铣槽、在指定地方钻孔等,而不须人们干预。反馈原理的改进和数字计算机的发展使这种设想变为现实。

二、计算机数控木工机械的分类和构成

CNC木工机床包括木工钻床、镗床、铣床等,这些机床完成的功能不同,但同属数字程序控制机床。数字程序控制是以数码形式按一定格式表示的

设备加工所需要的参数,如加工顺序、运动规律、行程距离、加工速度等经过控制电路的记录、传送、变换、运算,最后发出相应的执行命令,控制生产设备进行加工的一种方式。

按照不同的原则可分为不同的种类。

1.按控制原理分,有两种类型

a.开环控制,这种系统没有检测反馈装置,即没有“执行后的实际参数”反馈到控制网络并参与控制。日本生产的数控装置的85%采用开环控制。

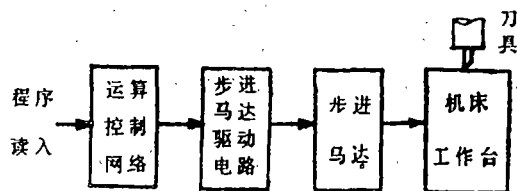


图1 开环数控系统示意图

b.闭环系统,有检测反馈装置,由程序读入机取得给定参数,信息经控制网络进行处理运算后发出执行信号,同时和检测装置测出的机器的实际参数相比较,用此差值实行控制,直到差值为零则控制结束。这种系统精确度高,一般用于大型精密机械。欧美国家采用较多。

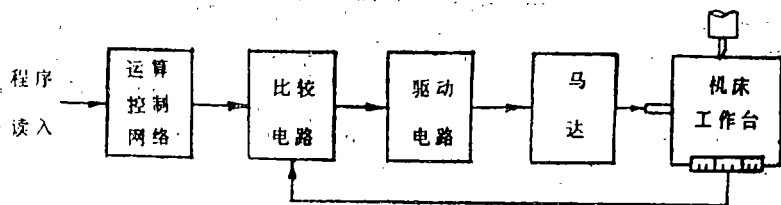


图2 闭环数控系统示意图

图1和图2中的运算控制网络的功能由计算机完成。

2.按控制的运动轨迹分

a.点位控制:在移动中没有加工,对运动轨迹也没有特殊要求,它的运算控制电路只要具有记忆和比较功能。

b.直线控制:在移动中要进行直线加工,因此不仅要具有点位控制功能来控制加工点的定位,而且要有运算能力,以保证切削移动过程中能较准确地作出规定的直线。

c.轮廓控制:要控制刀具沿被加工工件的设计轮廓曲线或曲面连续地移动,并在移动过程中进行切削加工,最终将工件加工成某一形状。因此这种控

制系统既要能严格地控制刀具的坐标位置,又要控制其移动轨迹,该系统要具有一定的运算能力^[1]。

3.按运算控制网络的种类划分

a.使用专用计算机,则系统的构成如下:

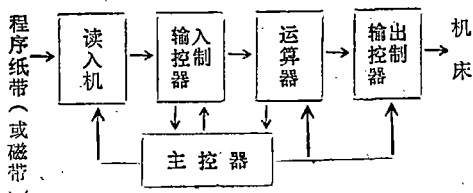


图3 使用专用计算机的数控系统示意图

图3中输入控制器,输出控制器,运算器和主

控器组成专用计算机。采用专用计算机的设备，其控制功能的实现主要是靠专门的硬件系统。各种不同的加工机械，由于其加工对象不同，采用的算法也不同，其计算机部分的构成也就不同。专用计算机系统的针对性强，可以得到很高的速度，但适应性差，如要改变性能，须对硬件进行改造，很不方便。

b.使用通用计算机，由于通用计算机具有很强的运算功能和逻辑判断能力，由它来组成控制系统具有很大的灵活性。

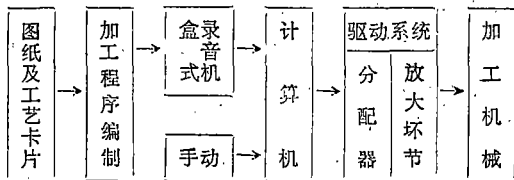


图4 使用通用计算机的数控系统

计算机化数字控制的核心—微型计算机由中央处理单元、定时器、存储器及输入、输出接口等组成。

在CNC木材加工机械中，除计算机外，还常设有诊断指示器，以便于查找故障。在操作盘上设有CRT显示器，显示的内容包括存储的程序、现行位置座标、运动距离、报警信号、加工时间等，此外还有一些选择开关、各种指示器等，以便设定初始值，进行监视和控制。操作人员要进行的工作通常包括开关控制，手动微控，机器复位，装入和执行程序。在操作盘和计算机之间设有通讯线路，从而使操作盘位于机器附近或在机器上，而电源和计算机放在更合适的地方。

多数计算机控制的机械都具有反馈装置，使用的传感器有测速发电机，电阻器等，在特别精密的情况下采用光栅。计算机控制的机械的加工精度一般可达0.001吋之内。

计算机数字控制的程序的编写可以由人工进行，也可以用其它计算机编写，取决于所要进行的机加工操作和被加工零件的复杂程度。

手工编程时，首先要确定操作步骤，根据被加工零件的图形确定位置座标及加工路径的形状。因为计算机控制的加工机械是由计算机发出一个脉冲讯号推动执行机构（一般为步进电机）一步步完成的，也就是以一系列步距很小的不连续运动加工出连续的（在精度满足要求的前提下近似连续）曲线或曲面。每一步运动的方向要由计算机根据运动轨

迹的图形，现有的座标位置，按照事先选定的算法计算出来。因此在编制程序时，应当根据加工精度的要求选择适当的算法，例如逐点比较法或最少偏差距离法等。还要选好编程语言，经常使用的编程语言有汇编语言，控制BASIC，APT (Automatically Programming Tools) 等。使用汇编语言编制的程序通常运行时间短，但编程工作量一些。使用高级语言，例如控制BASIC或APT时，编程工作量可大为减少，因为这些语言具有很强的功能，简短的语句即可完成所需的功能。在使用APT时，写出的程序语句和英语句子很类似，易写易读。现在常用各种开发系统进行程序的编写和调试，使编程工作更为方便。

被加工零件的几何尺寸可以由键盘输入计算机。对于复杂的图形，可使用数字化仪自动地将相应的数据输入到计算机中，这种情况下，操作人员用于拿着带有十字准线的传感器跟踪零件或其图形的轮廓，接口回路中的微处理器便自动完成X—Y座标的数字化。

三、几种实用的CNC木工机械简介

1966年在木材工业中出现数字控制的铣床(Routers)。目前，这种铣床是木材加工中使用计算机数字控制最广泛的机器。CNC铣床通常可完成镗孔、钻孔、雕刻、开榫等各种加工，如果配上可自动定位和开动的工作头，还可用以上螺丝、打印记等。

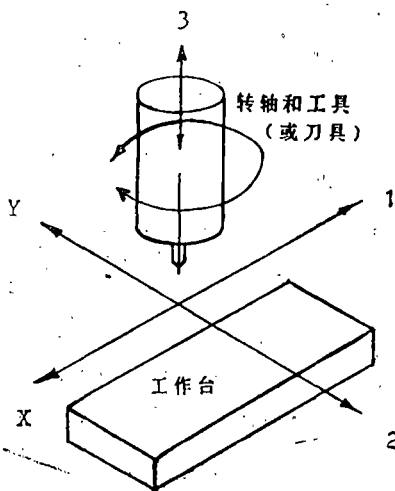


图5 一种CNC铣床工作示意图

CNC铣床有多种类型。在图5中，工件固定在工作台上，由工作台的运动决定工件在X—Y平面

中的位置,刀具在轴3上,由轴3决定刀具上下的位置。通常刀具的夹具可以倾斜,以便在不同的方向完成加工。使工具与工件相对运动的方法对不同的机器和生产厂是不同的,在一些机器中,工作台可在X—Y平面内向任意方向运动,有的机器其工作台沿X轴运动,而旋转轴沿Y轴运动;还有的机器其刀架在静止的工作台面上可向X、Y方向任意移动。有些机器有单一的旋转轴,有的则有多个转轴。多转轴的机器经一次调整可以同时加工多个零件,进行几种不同的操作。有些制造厂为大型的铣床装设一个或多个回转头,每个回转头装有多达六个转轴。

美国普特机械公司(Porter Machinery Co.)生产一种三座标、连续路径、单轴CNC仿形铣。工作台由高性能的闭环DC控制伺服电机驱动,可沿X、Y座标方向运动。转轴由5马力,转速为1,800/3,600转/分的电动机经皮带传动;转轴的速度为10,000/20,000转/分,由选择开关确定。工作台的有效行程为22吋(Y轴)和39吋(X轴)。进给速度由程序确定,其范围为0—600吋/分,快速为800吋/分^[2]。

普特公司还生产三座标,连续路径,桥式结构的CNC铣床。其工作台可沿X座标运动,铣头可沿Y轴方向运动,这种桥式铣床可以加工大的板材,有的板材可达5×10呎。该铣床的转轴由功率为6.5马力,转速为10,000或18,000转/分的电机直接驱动。转轴沿Z座标的升降速度由计算机控制,速度范围为0—200吋/分,X和Y方向的进给速度范围为0—600吋/分。铣头和工作台两者都由DC闭环伺服电动机驱动^[2]。

CNC木工机械通常与先进的检测装置和准确的执行机构相结合,从而达到很高的加工精度。例如最近生产的激光靠模铣可以在木材和单板中加工出复杂的形状。使用特殊的补偿方式,可以使加工出的零件互相配合,作到“零”误差。在这种靠模铣中,不再使用一般的切削工具,而是用来自二氧化碳激光的一束相干光束进行加工。将这种光聚焦于0.004至0.020吋的直径内,焦点上的能量可以在工件很少产生热变形的情况下,迅速地使木材蒸发。这种切削不产生锯末,切口很小,只有大约0.015吋。而且这种加工方式在工件上的作用力小,因此可以不必像通常机械加工那样小心地固定工件。工件加工后的表面光滑,没有刀具磨损问题,产生的噪音极小。光束的运动根据工件的形状,预先编好

程序,由计算机控制。

美国使用的大多数激光靠模铣,其激光能量为250—500瓦,每小时耗能价值为1.00美元^[2]。切割速度根据激光能量和被切割材料的品种及厚度,每分钟为几吋至14呎。这种切割方式可以在任意位置上开始或终止。对1吋厚的木板,每分钟切割50呎的大功率激光切割设备已投入使用。

在家具工业中,装饰织物通常占其售价的25—35%。使用计算机控制的织物切割机可显著地节省材料。目前使用的织物切割机有两种。

冲击射流型的纺织品切割机是利用高速细小的水流切断纺织品。水流喷嘴的小孔直径为50—350 μm ,压力大约为50,000磅/平方吋。控制系统由微型机,数字化仪,操作终端/打印机,CRT显示器等构成。对不规则的工件可用数字化仪向计算机输入信息,如果零件是对称的,只跟踪一半路径即可,因为程序可自动生成余下的轮廓线。正方的或直角形的零件,其尺寸可在操作台上输入而不必对其外形进行数字化。其余参数,例如起点定位,水流起停等使用专用键或把命令编在程序中。操作人员可将工件的图形在屏幕上显示,并可使图形在屏幕上旋转、移动、定位,以便确定切割(下料)方案。操作者可以根据需要改变尺寸,在已存储的图样中选择图形。利用磁盘可以存储上千个图形的数据。利用辅助程序,可以由图形计算出所需材料的数量和成本。

该水流切割机启动后,水流处在起始点,横梁和水流在计算机控制下在X—Y平面内运动,以裁剪出需要的图形。剪切的速度由计算机控制。切削力指向下方,因此纺织品不会滑动,从而可以保持尺寸精度。因为水流的直径很小,因此很陡的曲线或尖角都可切割。这种设备最初是用于切割纺织品,但也可以用于切割其它材料,例如纸张,单板和中密度纤维板。

另一种纺织品切割装置是利用往复式运动的刀具进行工作。设备工作时,将准备下料的工件的图形放在图板上,使用带有十字准线的滑块实现数字化。滑块上的专用键用以实现辅助指令,例如起停、加速、减速等,得到的数据和指令译码后记入穿孔纸带或磁盘中,以控制切割机的运行。

美国生产的一种计算机控制的利用往复运动的刀具切割纺织品的机器,其台面长60呎,宽72吋,使用真空装置使纺织品保持在预定位置上。

当横梁沿台面纵向行走时,切割头(水流或刀

具)在计算机控制下由横梁的一端走向另一端。纺织品由切割头左侧的大辊子传送至台面。被切割的纺织品的厚度在4—1¼吋。根据操作程序的命令进行加工。开动机器后,切割头复位,之后按程序运行。在指定位置上,一个开口装置自动落下,并切过织物,遇到尖角时,程序使切割工具升起,退出织物,转换至新的方向后再进入织物,并继续切割。全部图样切完后,输送带再次启动,将工件和废料运出,并送入新的待切割的材料。麦瑞—约翰逊机械公司(Mereen-Johnson Machine Company)生产一种裁板机,可用以裁切刨花板,胶合板和纤维板,生产家具零件。当每天裁板超过20,000平方呎的整板,生产的家具零件其尺寸变化范围比较大,裁板的样式每班变化达5—10次时,通常需要使用裁板机。采用计算机控制可以存储和调用裁板样式的信息,裁切的尺寸和机器的逻辑功能,从而可以显著地减少调机时间。对传统设备,其调整时间通常占生产时间的30—50%,而数控裁板机的调整时间还不到其生产时间的5%。麦瑞—约翰逊机械公司生产的裁板机的工作方式如图6所示。首先用叉车将4×8呎—5×16呎的板堆放在进料辊上。再用真空吸盘将板子一张张提起,并放在存储区B,待积成3吋厚的一叠板子后,对这些板裁边,使其相邻的两边互相垂直,再继续向前传

送并使其定位,以便进行纵向锯切。由于所需的家具零件的尺寸不同,纵向锯切可能要进行几次。锯下的条形板被传送至传送链,该处有多只横切锯,这些锯均可快速地在横梁上定位,以获得各种尺寸的零件。下一次行程可以重复前一行程的锯切样式,也可以变换样式。锯好的零件从横切锯处传送出来,并分类送到相应的传送带,以便自动堆垛。

高档的门窗、家具常常要雕刻出花样,如用人工操作需要很高的技巧,而且生产速度很低,难于满足市场需要。CNC雕刻机可按照已设计好的样式自动地、准确地对几只零件同时进行雕刻。操作人员手持带有十字准线的滑块(传感器)扫描样品的外形,其坐标数据即可储存在磁带中。之后将这些数据输出,机器的转轴即自动定位,并复制出与样品花样一致的产品。操作人员的工作只是换刀和装卸零件。这种机器还可进行反向雕刻,将花样移位或重复。

四、结论

由上可见,计算机技术的应用使木材加工机械出现了崭新的面貌。由于加工程序易于修改,从而使CNC木材加工机械具有很大的灵活性。只要修改软件,或改动及增添很少的硬件即可很容易地使其具有新的功能。计算机的应用,正在使木材加工机械向着多功能,高精度,机电结合的方向发展。

参考文献

- (1) 翁樟, 1983, 数字控制系统, 清华大学自动化系 194页。
- (2) Charles W. McMillin, 1983, Computer Numerical Control of Woodworking Machines in Secondary Manufacture, Southern Forest Experiment Station P.24.
- (3) Nugent R.A., 1983, Overcoming the Problems Associated with Conversion to Control by Electronic-Based Technology, Proceedings from a series of Regional Seminars on Micro-Electronics in the Wood Products Industry Forintek Canada Corp. P.3.
- (4) Wray G.B., 1983, How to Introduce Electronic Based Technology into Wood Product Manufacturing Facilities, Proceedings from a series of Regional Seminars on Microelectronics in the Wood Products Industry. Forintek Canada Corp. P.6.

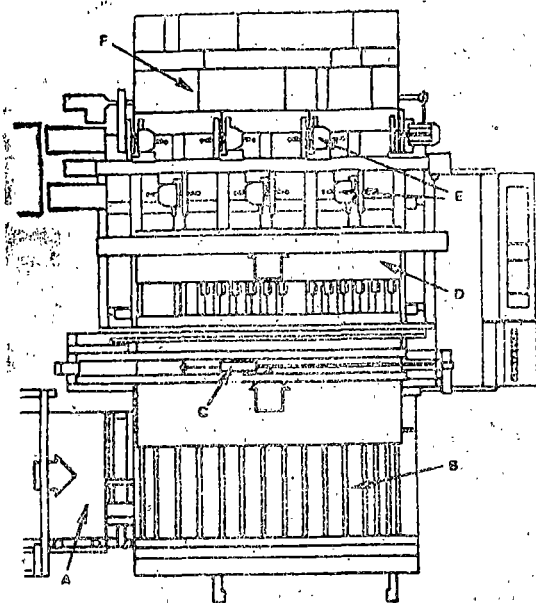


图6 裁板机

A. 板材和进料辊。B. 缓冲区。C. 可移动的纵向锯。D. 纵向锯切后的板材。E. 数控横向锯。F. 裁好的零件。