

木材的数控加工与数控机床(三)

李 黎

7 数控机床效益分析

7.1 加工复杂系数和机床投资比

加工同一要求的工件, 各种机床所用台时数是不同的, 通常把普通机床需用台时 H_b 与数控机床需用台时 H_a 的比值称为加工复杂系数: $C = H_b / H_a$ 。

工件的复杂程度和精度越高, C 值越大。

加工同一要求的工件, 因选用的数控机床所具有的功能不同, 单台机床的投资费随之不同。通常把数控机床投资费 F_a 与普通机床投资费 F_b 的比值, 称为机床投资比: $B = F_a / F_b$ 。

数控机床的功能越多, 价格越高, B 值越大。

7.2 数控机床经济批量分析

当采用不需配置专用工装的普通机床加工时, 由于没有编程和验证费用, 生产准备费用和换批费用比用数控机床低, 当生产批量小于数控机床加工的最小经济批量, 其单件的工艺成本较数控机床加工低; 当生产批量大于数控机床加工的最小经济批量时, 其单件工艺成本升高。

工件加工要求复杂、精度要求高, 即 C 值较大时, 采用数控机床因不需配备专用的工艺装备和机床具有较高的生产率, 单件工艺成本较用普通机床时低; 在中小批量生产时, 与采用配置专用工艺装备的普通机床或非数控自动机床加工相比, 由于生产准备费用和换批准备费用低, 故其单件工艺成本也较低。

综上所述, 单机数控加工的经济范围, 由 n_{min} 和 n_{max} 限定的区域确定, 范围的大小受工件的加工复杂程度 C 和机床投资比 B 所制约, 因此准确选择数控加工的工件和根据工件的要求准确选择数控机床的功能是保证数控机床经济性的重要环节。

7.3 提高数控加工经济效益的途径

充分发挥数控机床的功能和提高数控机床的利用率是提高数控加工经济效益的主要途径。工件结构复杂, 内封闭或外封闭曲线形状, 尺寸公差小, 相关精度高, 切削条件多变时最适宜采用数控机床加工。工件周期性轮番小批量生产, 市场需求变化快, 价格高但受流动趋势的影响大也适宜采用数控机床加工。

加工工艺中将形状、尺寸和工艺相似的工件分类成组, 按成组工艺实施成组加工, 可以减少编程时间和费用, 提高产量, 即将单件小批量生产转化为多品种中小批量生产, 从而扩展数控加工的经济范围和提高数控机床利用率。

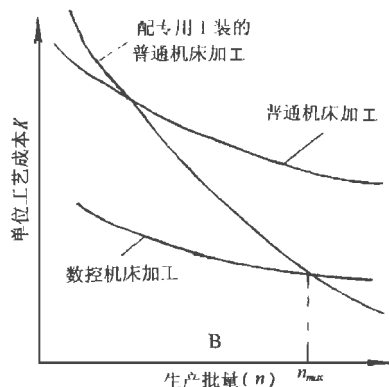
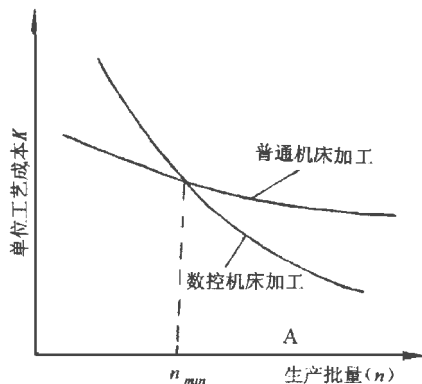


图3 生产批量与单件工艺成本的关系

8 数控铣(钻)床

数控铣床是木材加工工业中应用最早、范围最广的一类数控机床。目前国内外迅速发展起来的数控加工中心或柔性加工单元(FMC)也是在数控钻铣床的基础上发展起来的。基本的加工方式都是旋转铣削加工。由于木材加工中所用的切削方式以铣削为最多, 工艺也较为复杂, 因此开发铣削加工的数控系统是木材加工业中的重点课题。

8.1 分类

木材加工工业中所用的数控铣床以立式铣床居多, 卧式或其它结构型式的数控铣床极少。立式数控铣床采用主轴刀头悬臂立柱式结构, 工作台纵横向移动, 立柱沿溜板作垂直升降运动, 大型多主轴刀头的数控铣床上也采用龙门架式结构。为提高机床刚性、减小占地面积而采用刀头沿龙门框架横向和垂直运动, 龙门框架沿机床工作台纵向移动。

从机床的数控系统控制的坐标数量来划分, 目前

所见的机床中 3 坐标控制占绝大多数,一般可以 3 坐标联动加工或在 3 坐标中同时控制 2 坐标联动加工,称为三轴联动或三轴两联动($2\frac{1}{2}$ 坐标加工)加工,还有少数的数控铣床可以实现刀轴绕定轴的摆动或数控转角加工称为 4 坐标或 5 坐标数控铣床,以适应复杂的立体化型面的加工。

为了提高数控立式铣床的生产效率,一般可以采用双工作台或自动交换工作台,以减少工件的装卸时间或在龙门数控铣床上增加主轴数量,以同一个程序同时加工几个相同的工件或型面。

典型的数控铣床有:意大利 SCM 公司的 ROUTRON 系列、ROUTROMAT 系列和 ROUTRONIC; MORBIDELLI 公司的 Author501; BIESSE 公司的 ROVER18; 德国 Reichenbacher 的 RANC216; 日本庄田的 R400 等。

8.2 数控铣床结构特征

8.2.1 控制机床运动的坐标特征 为了要把工件上各种复杂的形状轮廓铣削出来,就必须控制刀具沿设定的直线、圆弧轨迹运动。这就要求数控铣床的伺服拖动系统能多坐标协调动作,并保持预定的相互关系,也就是通常所说的实现多坐标联动。数控铣床要加工平面上的曲线轮廓形状,控制的坐标数至少应是三坐标中的两个坐标联动(即 $2\frac{1}{2}$ 坐标加工),要实现连续加工直线变斜角工件,则需 4 坐标联动,要实现加工曲面变斜角的工件则需要 5 坐标联动。

8.2.2 主轴特征 数控铣床的主轴开启与停止、正反转与主轴的变速等都可以按程序自动执行。不同机床的变速功能和范围也不同,木材加工中铣床的变速范围大约为 $1\,000\sim 18\,000\text{ r/min}$ 。现代木材加工用数控铣床多采用变频器调整,将主轴的转速分为几档,编程时可任选一档。在运转中通过控制面板上的旋钮在本档范围内无级调节,有的则不分档,编程可在整个调速范围内任选一值,在主轴运转过程中可无级调节。

8.3 数控铣床的主要功能

8.3.1 数控铣床的一般功能 不同的铣床上配置的数控系统不同,其功能也不尽相同。因此各具特点,但一般的数控铣床都具以下一般功能:

(1) 点位控制功能 该功能可以使数控铣床只进行点位控制的钻孔加工。

(2) 连续轮廓控制功能 数控铣床通过执行直线和圆弧插补可实现对刀具轨迹的连续轮廓控制,加工出直线和圆弧构成的平面曲线轮廓工件,对非圆曲线的轮廓,在经过直线和圆弧的拟合后也可以加工。

(3) 刀具半径的自动补偿功能 利用该功能可以使数控铣床的刀具中心自动偏离工件的加工轮廓一个刀具半径的距离。因而在编程时可以方便地按轮廓的形状和尺寸计算、编程,不必按铣刀的中心轨迹计算编程。

(4) 轴对称加工功能 利用该功能只要编制出形状轴对称两个零件中的一个零件的加工程序,机床就可以自动将两个工件加工出来。对于形状轴对称的一个零件利用该功能可以只编写一半的加工程序。

(5) 固定循环功能 利用此项功能将一些典型化的加工功能,专门设计一段程序(子程序)在需要的时候自由调用,以实现一些固定的加工循环。如点位直线控制,铣削整圆等。

8.3.2 数控铣床的特殊功能 数控铣床除以上的一般功能外,根据需要还具一些特殊的功能:

(1) 自适应功能 具备该功能的机床可在加工过程中将刀具的切削状态参数(如切削力、温度等)的变化,通过传感适应系统反馈,使系统及时改变切削用量,从而保证铣床和刀具保持最佳状态。

(2) 数据采集系统。配备数据采集系统的数控铣床,可以用传感器将制造依据的实物进行测量和采集数据,并能自动处理采集的数据而编写成数控加工的程序(录返系统)。

除以上的特殊功能外,一些机床还配备了刀具长度补偿功能,靠模加工功能等。