

文章编号: 1000-2472(2001) 02-0035-05

三菱 PLC 在刨床数控系统上的应用^{*}

杨鼎强¹, 谭怀亮²

(1. 湖南大学计算机科学系, 湖南 长沙 410082; 2. 中南大学机电工程学院, 湖南 长沙 410083)

摘 要: 利用日本三菱 PLC 定位控制单元的特点, 研制了特形面数控刨床系统, 相比传统的单片机控制系统, 既简化了机床结构和控制系统, 又简化了用户的编程工作, 使系统的稳定性和灵活性得到了提高。

关键词: 三菱 PLC 定位控制单元; 数控系统; 特形面数控刨床; 驱动系统

中图分类号: TG502.35

文献标识码: A

Application of MITSUBISHI PLC in NC Control System About Specific Shape Planer

Yang Dingqiang¹, Tan Huailiang²

(1. Dept of Computer Science, Hunan Univ, Changsha 410082, China;

2. Mid-south Industrial Univ Mechanical Electrical Engineering Academic, Changsha 410083, China)

Abstract: A new type of NC control system for specific shape planer was developed with MITSUBISHI PLC positioning control unit. Compared with single-chip microcomputer system, the result shows not only the machine tool structure and the control system is simple, but also the user's programming is easy, reliable and flexible.

Key words: MITSUBISHI positioning control unit; NC controls system; specific shape NC planer; drive system

现代许多机电行业已广泛运用定位单元进行控制, 如 X-Y 工作台控制、回转工作台控制、进给控制、同步进给控制、辊道送进控制、复杂轨道运动控制等。究其控制形式主要有直线插补、圆弧插补、等速轨道控制、高速高精度轨道运算、速度切换控制、速度、位置控制、定尺送进等。所有这些控制要求都可以采用不同档次的 PLC 有关控制单元或模块构成系统, 以求得技术上先进、经济上合理的解决方案。

作者利用日本三菱电机公司的 PLC 定位控制单元, 开发了特形面数控刨床数控系统。

^{*} 收稿日期: 2000-10-10
作者简介: 杨鼎强(1965-), 女, 湖南宁乡人, 湖南大学访问学者。现湖南省轻工业高等专科学校工作。 <http://www.cnki.net>

1 特形面数控刨床及其驱动系统

数控刨床加工对象为由圆弧、直线和过渡圆角形成的特形面,带有一定的锥度:即由一定的锥面和斜面组成,该特形面沿轴线方向的发生线仍是直线,不同于一般的三维曲面。加工时,刀具作快速直线运动来扫描工件表面,就可加工出模板特形面,采用刨削加工,既能用简单刀具实现高效切削(与铣床方式相比),又能简化机床结构。数控刨床工作循环与普通刨床相同,即间歇进给-刨削行程-返回行程,不同的是要求 X (刨削方向)、 Y (水平进给方向)、 Z (垂直进给方向) 三坐标联动。

以加工锥面为例,设从大头刨到小头,如图 1 所示,间歇进给时, Y, Z 两方向作圆弧插补移动一个进给量 $F(\text{mm})$,刨削行程时, X, Y, Z 需同时运动,各个运动速度必须满足下列关系:

$$\begin{cases} V_Y = -V_X \epsilon \cos \alpha = V_X \epsilon Y / R \\ V_Z = -V_X \epsilon \sin \alpha = V_X \epsilon Z / R \end{cases} \quad (1)$$

式(1)中, V_X, V_Y, V_Z 为三个坐标方向刀具-工件的相对运动速度; Y, Z 为切削起点位置相对圆心的坐标; α 为切削起点位置法线方向与 Y 轴的夹角; R 为切削起点位置的半径; ϵ 为锥面斜度。负数表示运动方向与坐标方向相反

由小头刨向大头时,式(1)中负号改为正号,刨削一个斜面时,式(1)同样适用,只是其中

α 角为常值。刨床数控系统自动控制 X, Y, Z 的同步运动速度,即可以加工出锥度来。

为了保证三个方向的速度维持式(1)所要求的关系,机床数控系统每个工作行程均自动检测刨削速度,并将前一行程的刨削速度作为当前行程的刨削速度 V_X ,通过式(1)计算出相应的 V_Y 和 V_Z 来控制刀具-工件的相对运动,这样将刨削行程这个三坐标联动控制问题转化为两坐标控制,既简化了机床结构和控制系统,又简化了用户应用程序的编制工作,用户编程时,不需考虑锥度带来的复杂性,可象加工柱面一样地进行编程。

刨床传动系统是由主运动 X 轴,水平进给运动 Y 轴和垂直进给运动 Z 轴三根坐标轴组成,经控制系统控制,由三根轴执行刀具与工件的相对切削运动,完成特形曲面的三维切削运动。 X 轴, Y 轴, Z 轴的动作分别由工作台、横刀架、垂直刀架实现,其中工作台往复运动 X 轴为油缸执行,由调整普通调速阀实现某一非恒速往返运动。整个切削过程中, X 轴的恒速运动不变,加工特形曲面上的任意一点,是靠 Y 轴、 Z 轴联动来满足 X 轴的恒速运动,而完成三维曲面加工。工作台侧面装有两套光电信号发生器与接收器,由检测两信号发生器之间的时间差算出工作台的运动速度,该匀速运动为整个曲面切削运动的依据,用 Y 轴、 Z 轴插补方式来满足被加工件的三维曲面加工。

进给运动的 Y 轴和 Z 轴均由伺服电机带动滚珠丝杠执行, Y 轴与 Z 轴为伺服进给轴,参与直线插补与圆弧插补运动。本开发中选用三菱交流伺服系统(MEESERVO-J)两

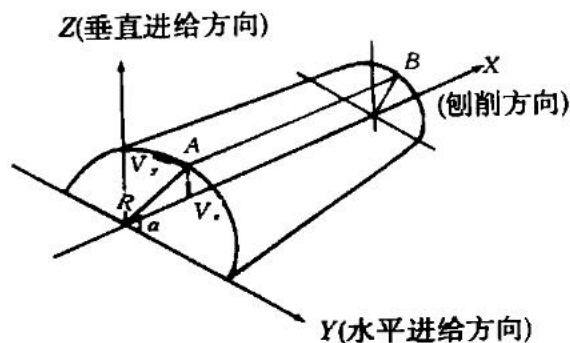


图 1 加工带锥度的锥面

套, 分别用于驱动 Y 轴和 Z 轴。伺服系统由驱动放大器(AC 伺服放大器), 驱动马达(AC 伺服马达), 检测器组成。

2 控制系统硬件设计

数控刨床控制系统主要由一台日本三菱电机公司 FX 系列小型可编程控制器 FX2-48MT, 一台 FX-20GM 两轴定位单元, 两套交流伺服系统组成, 其系统框图如图 2 所示。

图 2 中 FX-20GM 作为智能化的定位控制器按用户编制的定位程序向驱动器发出定位脉冲、运行方向等信号。驱动器按这些控制信号驱动伺服电机带动滚珠丝杠进行定位。对于步进电机, 只有零位信号反馈给 FX-20GM, 对于伺服电机, 则有伺服准备、伺服结束和零位

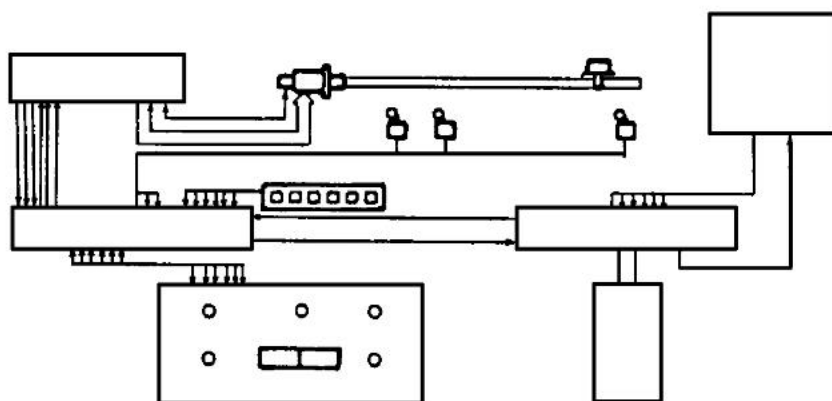


图 2 控制系统框图(一轴)

三个信号反馈。外部设定用数字开关可将定位点位置和速度等数值送入定位单元, 定位单元通过总线连接到 FX 或 FX2c 系列 PLC 上, 成为 PLC 控制系统中的定位智能控制环节。在定位单元内, 常量的设置与监控、参数的改变可以通过使用连接到 PLC 上的数据存取单元(FX-10DU, FX-20DU, FX-30DU, FX-40DU, FX-40DU-TK 等)完成。因此可以在运行过程中由 PLC 指定段号, 传送定位速度等数据, 并能在 PLC 中监视 GM 的实时定位信号及运行或停止状态。

在 PLC 和 FX-20GM 之间的数据通讯被 FROM/TO 指令控制, 在 FX-20GM 中有专门用于通讯的缓冲存储器并给予编号(BFM), 相应地在 PLC 中分配有输入继电器, 输出继电器, 辅助继电器, 以及特殊辅助继电器等设备。

使用 TO 指令从 PLC 的数据寄存器传送数据到 FX-20GM 的数据设备中, 使用 FROM 指令从 FX-20GM 设备中传送数据到 PLC 的数据寄存器中。

在 PLC 的输入输出点上接有起动、停止、左右限行程开关、工作台两侧光电传感器(光眼)输入信号以及控制油缸换相的左右电磁铁充断电的逻辑电路。系统初始工作时, 启动 PLC, 系统处于机械原点处, 并指定电器原点, 且工作台处于工件左端位。由操作盘启动 FX-20GM 定位单元(PGU), PGU 执行定位控制程序, 当执行到 M 代码控制指令时, PGU 产生 M 代码等待, M 代码输出和 M 代码“ON”信号被置入特殊的数据寄存器和特殊继电器中, 这些信号通过 FROM/TO 指令被送到 PLC 中指定的数据寄存器和辅助继电器中。PLC 解码处理 M 代码输出, 并闭合液压系统控制阀右电磁铁使油缸运动, 带动工作台水平向右作切削运动。

当工作台水平运动到隔断光电传感器信号的瞬间, PLC 启动定时器开始计时, 并驱动 M 代码“OFF”命令, GM 接收到 M 代码 OFF 命令, 断开 M 代码“ON”信号, 定位程序转到

下一条直线或圆弧插补指令, Y 和 Z 轴以一定的矢量速度从小端面始点插补到大端面终点, 与此同时, X 轴方面继续运动, 当光眼从断开到闭合的瞬间, 定时器停止记时, 二轴插补亦完成. X 轴继续运动当撞到右端行程开关时, 控制阀电磁铁停电, 工作台水平运动停止.

PGU 完成抬刀后, 执行 M 代码等待, PLC 接受 M 代码并解码, 驱动工作台向左运动, 撞击左端行程开关, 产生 M 代码 OFF 命令, 使 PGU 执行下一条语句, 且工作台运动停止于左端, 回到工作初态. PGU 完成降刀并判终, 如果未终, 则计算下一次始点坐标和终点坐标, 并接收行程时间, 计算出下一次的矢量速度, 并调整相关的数据寄存器, 然后驱动刀具定位于下一次始点坐标处, 执行 M 代码等待, 这样完成一个工作循环.

按下停止键, 在当前的工作周期处理完毕后, 才停止工作.

3 软件实现

控制系统软件主要由两大部分组成: PLC 控制程序和 PGU 定位程序, 其结构框图分别如图 3, 图 4 所示.

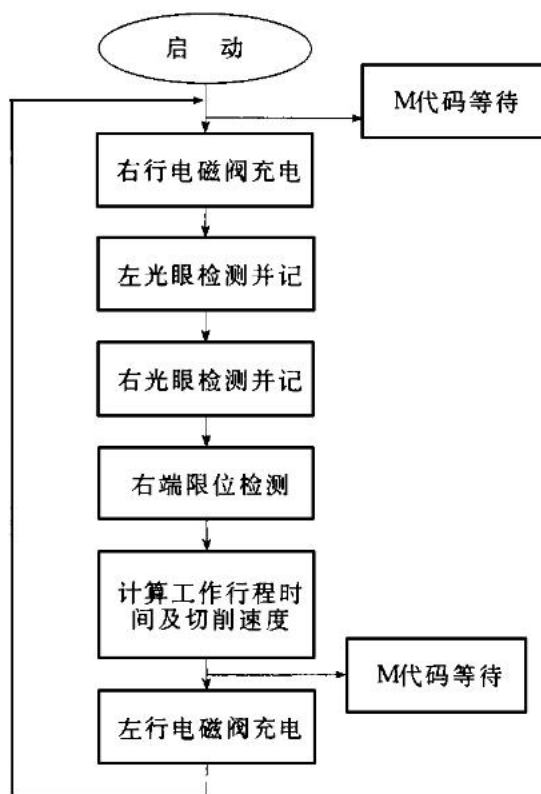


图3 PLC控制程序框图

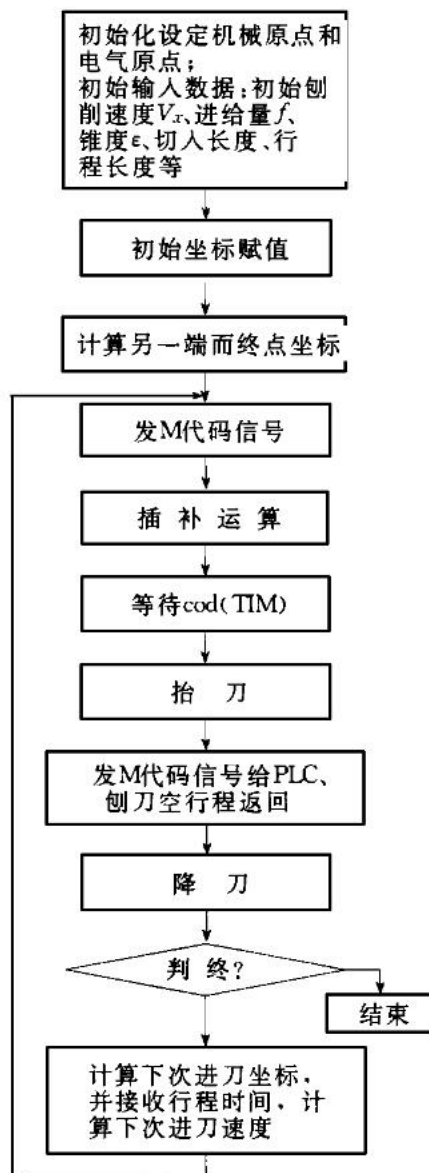


图4 PGU定位程序框图

4 结 语

通过对上述刨床数控系统的设计、开发, 我们看到定位控制单元或模块应用于机床数控系统中, 具有编程方便、使用调度灵活、性能可靠等优点. 相比传统的单片机控制系统, 简化了机床结构和控制系统, 系统的可靠性和灵活性大为提高, 该系统已在某厂投入运行, 获得好评.

参考文献:

- [1] 常斗南, 王建琪, 李全利. 编程序控制器原理[M]. 北京: 机械工业出版社, 1997.
- [2] 涂时亮, 张友德. 单片微机控制技术[M]. 上海: 复旦大学出版社, 1994.

(上接第 20 页)

- icum frutescens) with clomazone and rimsulfuron weed technol[J]. Weed Technol, 1998, 12: 458.
- [5] AWAYA A, NAKANO T, KOBAYASHI H, et al. Preparation of 2- (1- piperazinyl) pyrimidines as agent for treating neuropathy[P]. WO: 8704928, 1987.
- [6] CORBERA A J, VANO D D, FRIGOLA C J. Acylpiperazinyrimidines with pharmacological activity[P]. WO: 9905121, 1999.
- [7] ELDERFIELD R C, PRASAD R N. Synthesis of potential anticancer agents. (IV): Synthesis of certain substituted amino- and aziridinopyrimidines[J]. J Org Chem, 1960, 25: 1583.
- [8] BANKS C K. Arylaminoheterocyclic compounds, (I): synthetic method[J]. J Am Chem Soc, 1944, 66: 1127.
- [9] BANKS C K. Arylaminoheterocycles, (II): aryaminopyrimidines[J]. J Am Chem Soc, 1944, 66: 1131.
- [10] PERKIN W H, RILEY G C. Derivatives of tetrahydrocarbazole[J]. J Chem Soc, 1923, 123: 2399.
- [11] HAMER J, HOLLIDAY R E. On the reduction of quinoxaline[J]. J Org Chem, 1963, 28: 2488.
- [12] BUGLE R C, OSTERYOUNG R A. Reduction of azanaphthalenes by sodium borohydride in trifluoroacetic acid[J]. J Org Chem, 1979, 44: 1719.
- [13] WATANABE Y, OHTA T, TSUJI Y, et al. Ruthenium catalyzed reduction of nitroarenes and azaaromatic compounds using formic acid[J]. Bull Chem Soc Jpn, 1984, 57: 2440.