

# X8120 数控改造的硬件设计<sup>\*</sup>

刘建春<sup>①</sup> 张奕鑫<sup>②</sup>

( ① 鹭江大学机械工程系, 厦门 361005; ② 华侨大学机电工程系, 泉州 362011 )

**摘要** 对普通万能工具铣床 X8120 进行经济型数控改造, 开发以 8032 单片机为核心的经济型铣床数控系统. 本系统由上、下位机组成. 上位机为 486 计算机, 采用 Windows 软件通过 RS232 串行通讯管理多台下位机; 下位机硬件采用 STD 总线及模块化设计, 系统维护和功能扩充方便. 并从软硬件着手进行抗干扰设计, 性能可靠, 实验表明提高了加工速度和加工质量.

**关键词** 单片机, 数控, 模块化设计

**分类号** TG 547

随着科学技术的发展, 产品更新换代很快. 对于工具铣床, 单件、小批量生产的产品占绝大部分, 同时常包含有复杂曲线轮廓. 为了保证产品质量, 提高生产率, 降低成本, 决定把现有的普通万能工具铣床 X8120 改造为经济型数控的万能工具铣床. 以前主要使用 Z-80 系列的单片机, 现已较少使用. 也有用 PLC 控制, 它具有抗干扰性能好的优点, 但多机通讯能力差, 程序的分析能力不强, 比较适合于固定模式运动的控制. 因此决定采用 MCS51 系列单片机, 加工指令代码全部采用 ISO 标准, 兼容性好; 同时可动态显示加工过程的三坐标值; 一台上位机可与多台下位机进行通讯, 便于向群控方向发展. 国内目前有近百万台普通铣床, 若能采用此方法进行改造, 必将提高我国机械制造行业的加工效率, 取得良好的经济效益.

## 1 铣床结构改装<sup>[1]</sup>

用经济型数控系统改造普通铣床采用步进电机驱动与定位, 同时考虑到造价及实际加工精度的要求不是很高, 决定采用开环控制系统. 普通铣床改造为经济型数控铣床只需配备本数控系统的软硬件, 并对原有铣床局部进行改造. 其中结构改造主要包括: (1) 用滚珠丝杠代替原有的普通丝杠; (2) 用步进电机代替原有的主电机; (3) 根据一个脉冲步进 0.01 mm 算得齿轮传动比并配置相应齿轮.

## 2 单片机控制系统

本系统采用上、下位机控制, 其中上位机采用 486 计算机, 下位机以 MCS-51 系列的 8032 单片机为核心, 并用工业控制领域中流行的 STD 总线构成总体系统. 上位机通过 RS232 串行通讯对下位机进行管理, 同时下位机也可独立构成一个直接控制级. 本文着重讲述下位机

的硬件设计. 下位机采用模块化设计, 将整个系统分解为三个功能模块, 即 CPU 及存储器模块、按键与显示模块、输入输出扩展模块, 各个模块具有相对独立的功能. 因此采用这样的标准化总线 STD 及模块化设计对系统测试、维护和功能扩展都很方便.

### 2.1 CPU 及存储器模块

本模块含有 CPU 8032. 外部程序存储器 EPROM, 8 kB 的 2764 至 64 kB 的 27256 都可用 (由跳线选择). 用于存放用户加工程序和加工数据的随机存储器 6264; 用于全双工串行通讯的电平转换器 ICL232. 它只须单一的 +5 V 电源, 而以前通常使用的 1488, 1489 则须 +5, +12 及 -12 三种电压(V). 同时, MCS51 系列单片机具有多机通讯能力, 便于向群控方向发展; 具有掉电保护电路 (防止加工过程掉电造成加工数据丢失, 上电以后可继续加工) 等 (图 1).

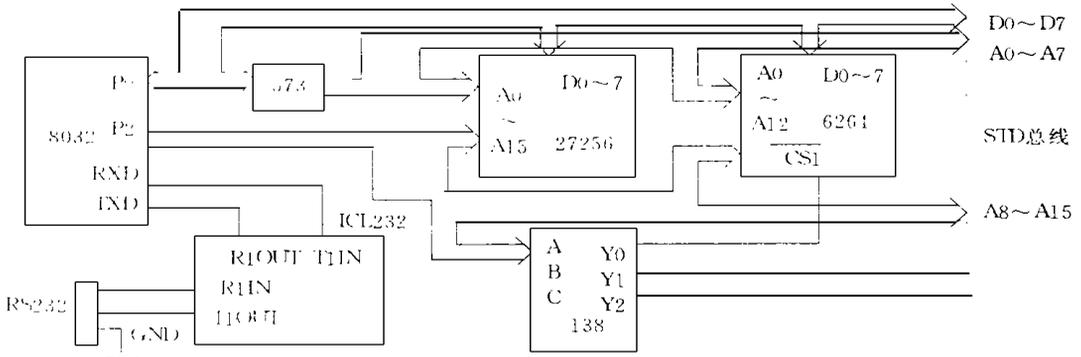


图 1 CPU 及存储器模块原理图

### 2.2 按键与显示接口模块

按键与显示接口模块的电路原理如图 2. 本模块采用 Intel 8279 通用可编程键盘、显示接

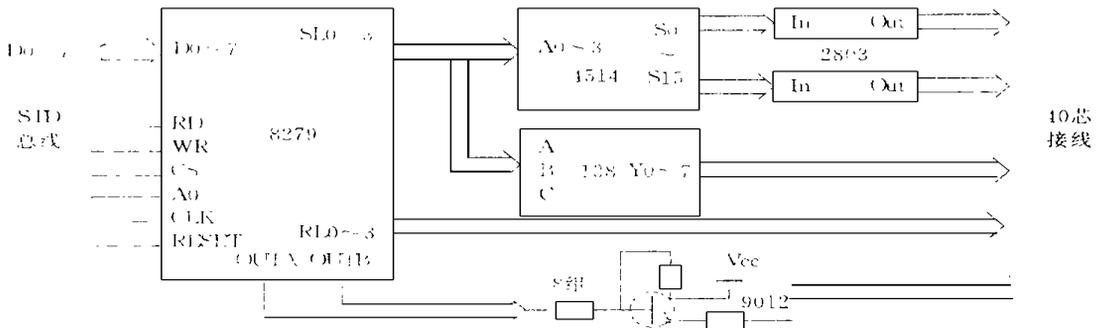


图 2 键盘、显示模块原理图

口器件<sup>[1]</sup>, 可外接 64 个按键 (本次使用其中的 24 个按键并留有 shift 扩充键, 以后扩展可用 shift 键而不用更改按键板) 和 16 个数码管 LED. 8279 输入部分能自动消除开头抖动以及完成几个键同时按下的保护, 16 个显示输出按扫描方式工作以显示加工程序及自动加工过程中的三坐标值. 为提高显示高度, 经进行功率驱动. 数码管显示的位选信号经 4~16 译码器 4514 译码后用 ULN2803 驱动, 其最大电流可达 200 mA, 足够 8 段电流驱动, 接线相对三极管简单; 而段显示驱动则采用 9012 三极管. 本模块通过 40 芯总线与按键、显示板相连.

### 2.3 输入输出扩展模块

由于 MCS-51 系列单片机本身提供给用户的 I/O 口只是 P1 口, 不够使用, 所以采用 Inter 8255 进行总线扩展 I/O 口<sup>[1]</sup>. 本模块还含有步进电机的环形分配器, 早期的数控系统采用硬件完成, 其灵活性差, 后来采用软件完成, 简化了硬件电路, 而且可靠性好、灵活方便, 但考虑到单片机的速度, 决定采用可编程逻辑器件 GAL16V8 进行逻辑编程后作为步进电机的环形分配器<sup>[2]</sup>, 以减轻 CPU 的负担, 同时它具有一定的灵活性. GAL16V8 的输出经光电隔离后作为步进电机功率放大的输入信号. 其电路原理图如图 3.

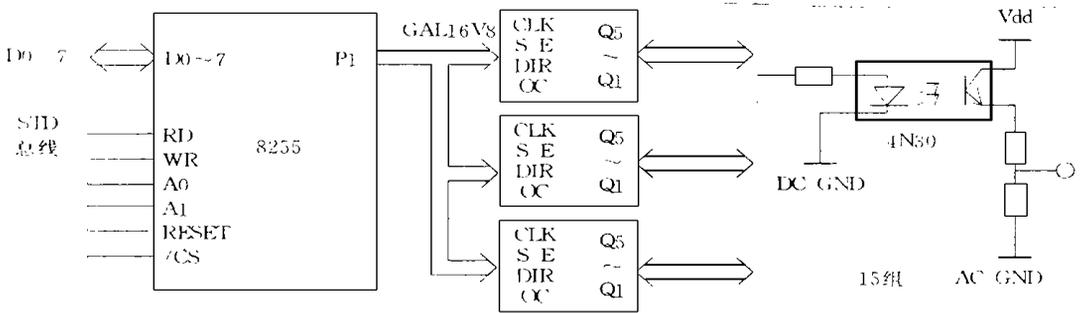


图 3 输入、输出模块原理图

### 3 步进电机的驱动电路<sup>[3]</sup>

步进电机的驱动电路原理如图 4. 为了改善步进电机电流对脉冲电压的响应特性, 即改善

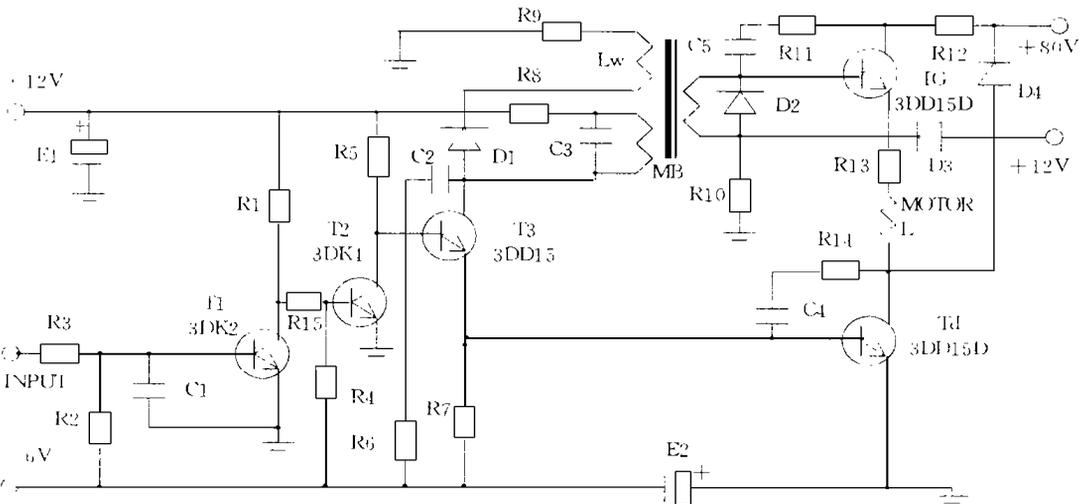


图 4 步进电机功率放大电路原理图

步进电机电流波形的上升沿, 采用高低压双电压驱动电源. 当脉冲电压上升时, T1 导通, T2 截止, T3 饱和导通, Td 导通; 此时与 T3 串联的脉冲变压器 MB 初级中的电流迅速上升, 使次级产生足够的感应电势, 使 Tg 也产生饱和导通, 因此高低压同时接通, 保证了电机绕组中的电流快速上升. 经过一定时间, MB 初级中电流达到恒定值, 次级中的感应电势消失, Tg 截

止,截断高压,由低压供电,以保证电机绕组中的稳定电流等于额定值.同时采用高压箝位放电方法改善电流波形下降沿并保护低压功率管.因此该供电方式具有功耗小、绕组电流上升、下降沿陡,起动转矩大等显著优点.

## 4 抗干扰设计

在数控系统中,可靠性是衡量一个系统好坏的重要指标.因此,必须采取充分的抗干扰措施.在硬件上主要采用屏蔽、光电隔离、在关键部件上配置去耦电容等措施.同时在软件上采用软件陷阱及软件狗等方法作为第二道防线.

## 5 结束语

本系统采用上、下位机控制,下位机采用模块化设计并用 STD 工业控制总线构成总体系统,具有系统测试方便、功能扩展方便等优点.同时实验表明:(1)改造后最大加工速度可达  $1100 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$ ,比原有铣床的最大加工速度  $274 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$  提高约 4 倍,并可加工原有铣床无法加工的复杂曲线和简单曲面;(2)改造费用低,经济效益显著;(3)一台 PC 机可与多台本系统单片机通讯,便于群控方向发展.

### 参 考 文 献

- 1 张新义.经济型数控机床设计.北京:机械工业出版社,1994.277~337
- 2 何立民.MCS-51 系列单片机应用系统设计.北京:北京航空航天大学出版社,1992.95~104,149~157
- 3 孙涵芳,徐爱卿.可编程逻辑器 PAL 和 GAL.北京:北京航空航天大学出版社,1993.206~216
- 4 陈远龄,黎亚元,傅国强.机床电气自动控制.重庆:重庆大学出版社,1993.137~216

## Hardware Design for Reconstructing Milling Machine X8120 into One of Numerical Control

Liu Jianchun<sup>①</sup>      Zhang Yixin<sup>②</sup>

(<sup>①</sup> Dept. of Mech. Eng., Lujiang Univ., 361005, Xiamen;

<sup>②</sup> Dept. of Mech. & Electr. Eng., Huaqiao Univ., 362011, Quanzhou)

**Abstract** For reconstructing the common universal tool milling machine X8120 into an economic one of numerical control, a numerical control system with 8032 single chip microcomputer as its core is developed for the use of this economic milling machine. The system consists of the host, a 486 computer, and subunits. The host controls many subunits by adopting Windows software and passing through RS232 serial communication. The hardware of subunit adopts STD bus and modular design. The system is convenient in maintenance and functional extension; and is reliable in performance due to the fact that it sets about anti-interference from both hardware and software. It promotes the speed and quality of milling, as shown by experiment.

**Keywords** single chip microcomputer, numerical control, modular design