

实验 19 电火花成型伺服电机控制系统

参考 VHDL 实用教程 305 页

在模具成型加工中，与传统的刀具加工方式相比，电火花方式的模具加工机床更适合于对特型工件与模具的成型加工，因而具有更大的应用领域。

早期的电火花模具加工机床的控制电路系统是全模拟电路的，模糊控制理论和单片机的应用是电火花模具加工进入数控化所必须的。然而，单纯的单片机系统由于其速度较低，无法直接胜任此项工作。

以下将以大规模可编程逻辑器件作为机床控制系统的主要测控器件，由 VHDL 完成逻辑设计。单片机的任务主要是伺服系统的有关参数的设置。

14.3.1 系统工作原理

用于进给驱动的直流伺服电机的闭环伺服系统的主控电路如图 14-8 所示。

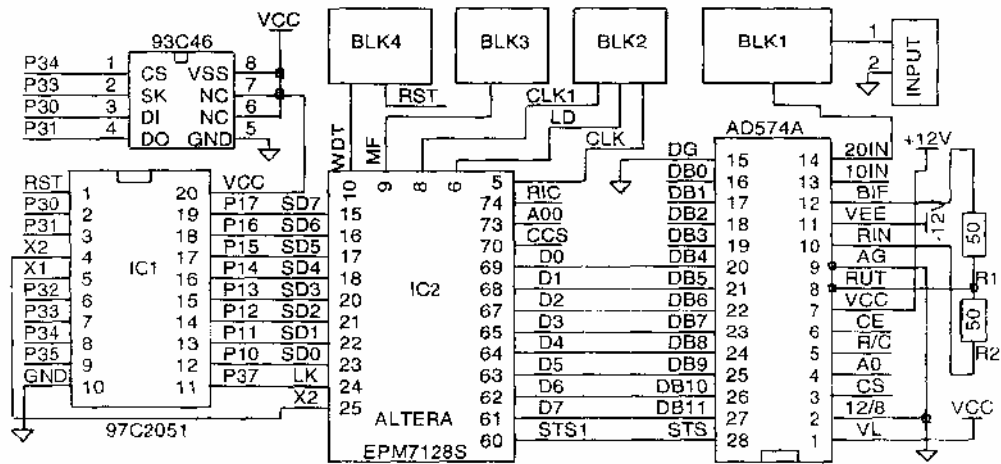


图 14-8 主控电路原理图

电火花成型机床在工作中，其加工电极的进给是由直流伺服电机驱动的，进给时电机的转速与方向由加工电极间的击穿性质决定。其击穿性质可以通过 A/D 器件测量其击穿电流获得，所测之值即为转速预置值，它将控制电机的转速和方向（提刀或进给）。

为了有效地控制电机的转速及低速旋转力矩特性，需对伺服电机上测速电机的转速信号进行采样，其采样值进入 IC2 后与转速预置值进行比较，取它们的差值作为驱动电机的脉宽调制信号的脉宽取值参量，从而使得电机在受到外部不同加工力矩的情况下都能以基本恒定的预置转速运行。图 14-8 中，INPUT 接口将测速电机对伺服电机的转速测量电压输入采样模块 BLK1。由于电机的转向是双向的，所以转速电压为双极性，电路将 AD574 接成双极性工作方式。由于 AD574 直接由 IC2 控制，因此可以达到其极限采样速度。加之电路设置了 8 位工作方式，最高可达 1 次/15 μ s 的测速。CLK1 为工作时钟发生电路，其中 CLK1=1.024MHz，LD = 4096Hz，在 BLK2 中，LD 信号还要通过由 4098 构成的单稳态脉冲形成电路。因此，LD 输入 IC2 的脉宽仅为数十微秒。CLK1 与 LD 为 IC2 中的数控脉宽调制模块提供工作时钟。CLK 经分频后作为单片机工作时钟信号。CLK3 将根据 IC2 输出的，频率为 4096Hz 的脉宽调制信号放大后，用于驱动工作电机，同时又受控于对击穿电流测试的 A/D 模块，来决定电机的旋转方向。CLK4 为“看门狗”模块，“看门狗”计数器设在 IC2 中，计数器清零码由单片机提供，这能进一步提高单片机的可靠性。

14.3.2 控制逻辑 VHDL 设计

直流伺服系统闭环测控模块逻辑电路如图 14-9 所示，取名为“AD574A”的逻辑模块是对测速电机采样的 A/D 器件 AD574 工作的控制电路。工作频率取 1.024MHz，STS 为工作状态信号，当 STS=0 时转换结束。RC、AAO 与 CS 是转换控制信号，LCH 为转换结束后的数据锁存信号，此信号的上沿将转换数据[D7...D0]锁入图 14-9 左侧锁存器中，其下沿将运算后的数据锁入图右侧的锁存器中，以保证加法器出来的数据的稳定性。

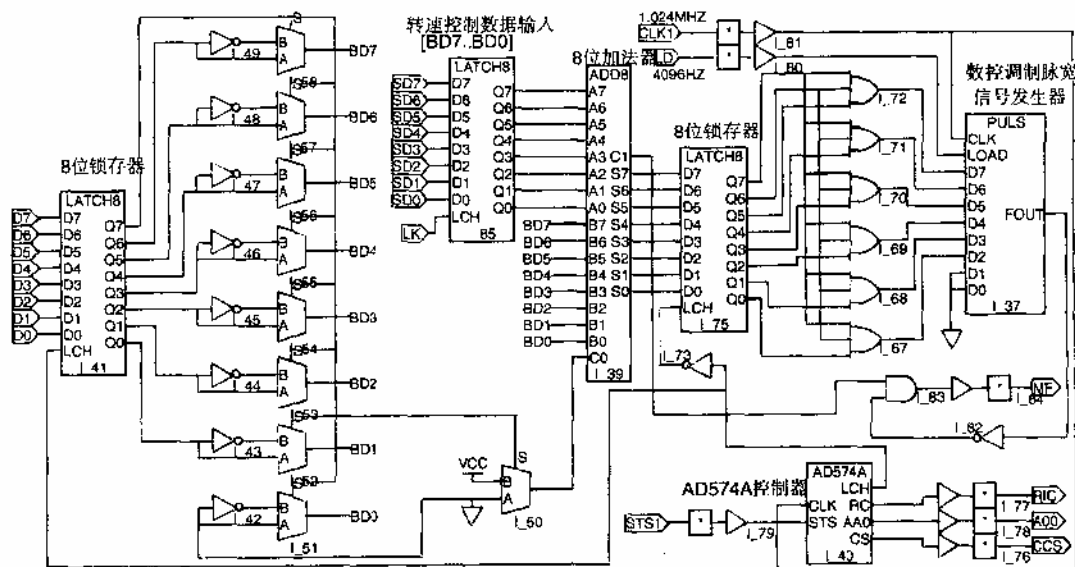


图 14-9 直流伺服系统闭环测控模块逻辑图

AD574 采样所得的 8 位二进制数的最高位为符号位，0 为正，1 为负，其负值以补码形式输出。这里利用 8 位加法器来作减法运算，这就要求减数 BD7~BD0 以补码形式出现。图 14-9 中的 9 个 2 选 1 多路选择器构成的电路是补码变换电路，即根据 D7 的符号将采样所得的值变换后输入加法器，当 D7 为 0 时，对原值取反加 1，所加的 1 由加法器的最低进位位 C0 输入，而当 D7 为 1 时，则直通进入加法器 ADD8。ADD8 的最高进位位 C1 用于控制电机运行，以防减法溢出后发生电机失速。

图 14-9 中的 6 个或门的作用是将预置值 SD7~SD0 与 D7~D0 的差值乘以 4，这是对差值的放大，以便提高转速控制灵敏度；PULS 为数控调制脉宽信号发生器，FOUT 的输出信号频率等于 LD，但脉宽由模块的输入值 D7~D0 决定。这里需要注意，ADD8 完成的是减法操作，所以当 SD7~SD0 小于 D7~D0 时将发生借位，C1 从 1 变成 0。图 14-9 中各模块的 VHDL 描述如下：

```
LIBRARY IEEE;
USE IEEE.STD_LOGIC_1164.ALL;
USE IEEE.STD_LOGIC_UNSIGNED.ALL;
```