

## 高频脉冲电源设计

朱 健 纪太成

泰州职业技术学院 电子工程系 江苏 泰州 225300

**摘 要** 根据电火花数控线切割机床的工作要求 设计一种脉冲宽度和脉冲间隔调节范围大 , 输出功率可以选择调节 工作稳定可靠的数控高频脉冲电源。重点讨论主控电路的结构和工作原理。

**关键词** 高频脉冲电源 脉冲宽度调节 脉冲间隔调节 功率放大

中图分类号 : TG66 文献标识码 : A 文章编号 : 1671-0142(2006)04-0036-03

电火花数控线切割机床用于加工高精度高硬度高韧性的各种复杂图形的金属冲模、样板及复杂形状的零件 是机械加工中广泛使用的机床 是由数控机和高频电源及机床主机三大部件组成。其中高频电源是机床的重要组成部分 决定工件的加工质量。

电火花线切割机床对高频脉冲电源有如下要求 脉冲宽度 为  $8\mu s \sim 120\mu s$  范围内调节 脉冲间隔  $t_j$  为  $1:3 \sim 1:15$  范围内调节 脉冲电压两挡分别为  $70V$   $80V$  输出功率为  $1200W$  加工电流小于  $6A$

### 、电路总体设计

根据线切割机床工作环境的特点 经过分析论证 采用中规模数字集成电路与分立元件功率放大电路相结合的设计方案。电路总体设计结构如图 ( 所示 ) :

总体电路主要由四个部分组成 主控电路、功率放大电路、电源电路和继电器控制电路。其中主控电路由晶体振荡电路 分频电路 脉宽调节电路 脉间调节电路、延时电路和驱动电路组成。

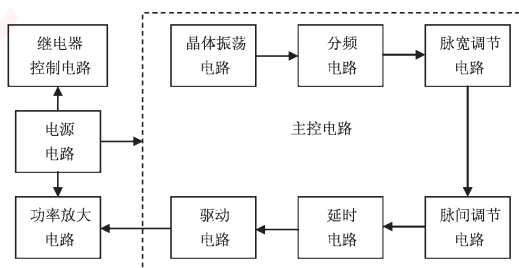


图 1 总体结构图

### 、电路设计

#### 2 电路原理图

电路原理图如图 ( 所示 ) 其中主控电路原理图如图 ( 所示 ) 下面对电路各组成部分的工作原理进行分析。

#### 2.1 主控电路

主控电路原理图如图 ( 所示 ) 石英晶体构成振荡电路 ,  $402$  构成分频电路 <sup>[1,2]</sup> ,  $74LS16$  构成脉宽调节电路 ,  $74LS16$  构成脉间调节电路 四 D 触发器  $74LS17$  构成延时电路 <sup>[1,3]</sup> 达林顿反向驱动阵列  $ULN200$  构成驱动电路。

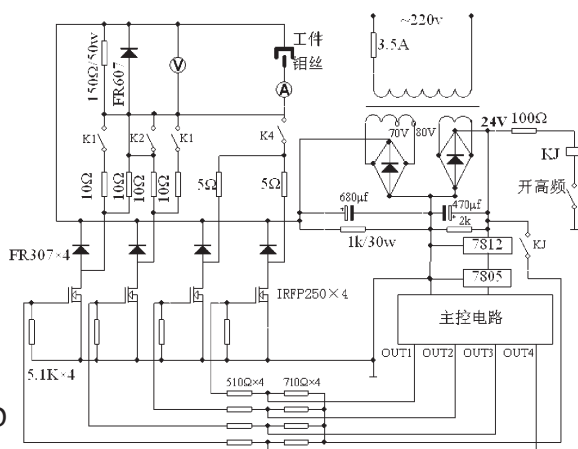


图 2 电路原理图

( 晶体振荡电路 由于线切割机床对高频电源产生的脉冲频率稳定性要求较高 所以选用石英晶体振荡电路。晶体振荡电路中选择晶体的频率为  $4MHz$  产生周期  $t=0.25\mu s$  时钟脉冲信号。

作者简介 朱健 ( 1970-)男 江苏泰州人 讲师 硕士研究生 研究方向自动控制 .

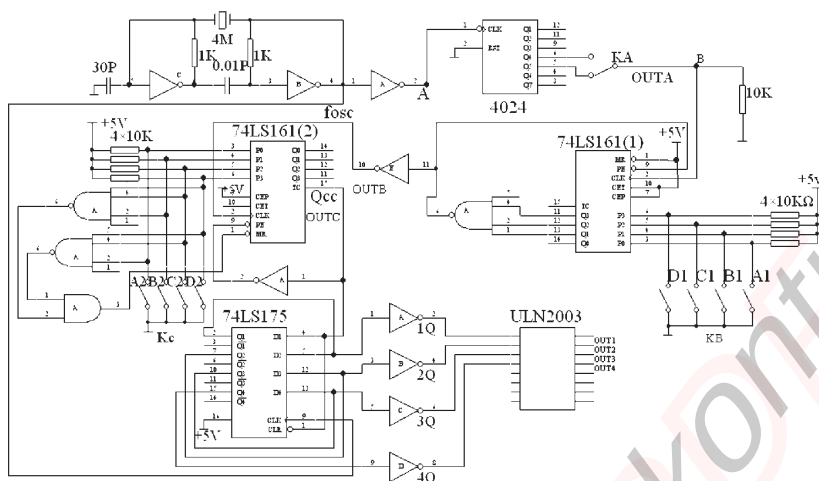


图 3 主控电路原理图

( 分频电路 该电路将周期为  $t=0.25\mu s$  时钟脉冲信号 通过 4024 计数器分频输出信号 OUT 送给 74LS161 的 CL 时钟端。由 4024 直接得到  $f$  至  $f/12$  级分频。主控电路中从 4024 的 Q<sub>4</sub> 或 Q<sub>5</sub> 输出 1 分频或 3 分频的脉冲信号 其信号周期为 4 或 8 $\mu s$  输出信号通过 K 选择 C 输出或 C<sub>3</sub> 输出 可以实现脉冲周期乘以 2 功能的选择。

( 脉宽调节电路 当时钟脉冲经 4024 分频后 ,K 选择 4024 的 C<sub>3</sub> 输出 则周期为 4 $\mu s$  脉冲信号 OUT 送入 74LS161 的 CL 端 ,K 四个端口 D1C1B1A 接 74LS161 预置数端 在实际使用中 KB 做成 累加法开关键 KD1 KC1 KB1 KA 分别实现脉冲周期 +32 $\mu s$  +16 $\mu s$  +8 $\mu s$  +4 $\mu s$  功能 结合一个乘键 K 就可以在 8 $\mu s$  120 $\mu s$  范围内选择自己需要的脉冲周期。

74LS161 的输出 OUT 接 74LS161 的 CL 端。在 74LS161 电路中预置数 D1C1B1A 来调节输出脉冲 OUT 的周期 实际上是调节后面电路 74LS161 输出脉冲 OUT 的脉宽 故 74LS161 电路称为脉宽调节电路 以下调节 OUT 的脉冲周期称为脉宽调节。例如需调脉宽为 44 $\mu s$  即要使 OUT 输出的脉冲周期为 44 $\mu s$  将 D1C1B1A 置数为 0100, K 打向乘档 即 Q<sub>4</sub> 只需按下 KD1 (+32 $\mu s$ ) KB1 (+8 $\mu s$ ) KA1 (+4 $\mu s$ ) 就可以得到  $t_i = 4+8+32 = 44\mu s$  此时 , 74LS161 被设置成十一进制计数器 则 OUT 周期为  $11 \times 4\mu s = 44\mu s$  与键的组合值  $32\mu s+8\mu s+4\mu s=44\mu s$  相一致。

( 脉间调节电路 74LS161 输出信号 OUT 送给 74LS161 的 CL 端作为时钟信号 在 OUTB 脉冲周期已经固定时调节脉间。 74LS161 的预置数端 D2C2B2A 进行预置数 , D2C2B2A 对应 K 四个开关 KD2 KC2 KB2 KA 按 +8 +4 +2 加法规律组合调节脉间 使脉间在 1 倍脉宽至 15 倍脉宽之间进行调节。例如调节脉间是脉宽的 15 倍时 只要同时按下 +8 和 +2 键。进位端 Q<sub>4</sub> 的输出接一只反相器连接 74LS161 的同步预置数 LD 端 当 Q<sub>3</sub>Q<sub>2</sub>Q<sub>1</sub>Q<sub>0</sub>=1111 时 , Q<sub>4</sub> 输出 1 时 , LD 计数器处于置数方式 , 74LS161 重新预置初值 D2C2B2A 当 LD=1 时 74LS161 开始计数。 D2C2B2A 端通过二个与非门和一个与门接异步清零端 当设定 D2C2B2A=1101 1110 1111 时 , 74LS161 清零 避免  $t_i : t_j = 1$  或  $t_i : t_j = 1$  这种情况。从以上分析可知 脉间等于脉宽的倍数由预置初值 D2C2B2A 决定 , D2C2B2A 预置初值 1100 0000 则脉间在 1 至 15 倍脉宽之间进行调节 即  $t_i : t_j = 1 : 3 1 : 15$

设定预置数为 D2C2B2A=1100 则脉间是脉宽的 15 倍。 74LS161 的输出 OUT 周期已经设定 , 作为 74LS161 的时钟信号。由于 D2C2B2A=1100, 74LS161 输出 Q<sub>0</sub> 经反相器反相送给 LD 端 , 此时 74LS161 被设定为四进制计数器。波形图如图 ( 所示 脉间  $t_j=3t_i$  此时脉宽  $t_i=44\mu s$  脉间为  $t_j=44\mu s \times 3=132\mu s$

输出脉冲 OUT 送入延时电路进行延时处理。

( 延时电路 在电路中 74LS175 通过将 1 脚 2D, 2 脚 3D, 3 脚 4D 构成了一个串行输入 从

1输入 并行输出 ( Q1Q2Q3C)输出的移位寄存器。当 1接收 OUT后 在移位脉冲  $f_{osc}=4MHz$ 的作用下从 Q1Q2Q3C分别移位输出四路脉冲信号。它们之间分别延时 0.25 $\mu s$ 其输出波形如图 ( 所示)。

这四路输出信号先反相再经反相驱动电路 ULN2003送到功率放大电路。由四路功率选择开关 K1 K1 K2 K4控制 当四路开关 K1 K1 K2 K同时打开时 在钼丝和工件功率电路的回路中产生阶梯电流如图 ( 所示 防止电流上升过程中产生较大的冲击电流 影响钼丝的使用寿命。

( 6)驱动电路 驱动电路采用达林顿反向驱动阵列 ULN2003进行反向驱动。 ULN2003的 个输入管脚接从触发器 74LS177送过来的高频脉冲信号 经反向驱动后从 Out1 Out2 Out3 Out4分别送出 输出的高频脉冲信号送给功率放大电路。

## 2功率放大电路 [4]

在功率放大电路中选用 场效应管 IRFP250其主要参数为 :  $BV_{DSS}=200V$ ,  $I_{D(ON)}=30A$ ,  $R_{DS(ON)}=0.085\Omega$  能够满足工作需要。 限流电阻经 K1 K1 K2 K组合来选择调节功放电路的输出功率。其中 K控制 组功放 , K控制 组功放 , K控制 组功放 通过 开关的叠加组合 实现输出功率在 160W 1280W间调节。具体设计计算不再详细叙述。

## 2电源电路

电源电路提供 续电源 功放电路 80V/70电源 振荡电路 5电源 继电器电路 24电源。

## 2继电器控制电路

K得电 , Out1 Out4高频脉冲信号输出 功率放大电路正常功率放大 ; K断电 , Out1 Out4高频脉冲信号输出 , 场效应管 IRFP250截止 功放电路不进行功率放大。

## 、调试

用示波器观察脉宽的调节范围为 8 $\mu s$  120 $\mu s$ 脉间脉宽之比为  $t_i:t_j=1:3$  1:15满足设计要求。将高频脉冲电源接入线切割机床 对功放部分进行调试 可先关闭 K1 K功放开关 然后根据工件厚度分别打开功放开关来调节功放电路的输出功率 并调节脉宽和脉间 对不同厚度的工件进行切割测试。测试结果见表 。1

表 1测试结果

工件厚度 ( mm)	脉宽 ( $t_i$ )	脉间 ( $t_j$ )	功率管	电流
0-40	4+8+16	4+2+1	K4	2.5A
40-80	32+4	8	K4+K1	2.4A
80-150	32+16	8+2+1	K4+K2(+K1)	2.2A
150以上	(32+16) 2	8+2+1	K4+K2+K1(+K1)	2A

测试结果符合设计要求。在线切割机床中实际使用 该高频脉冲电源性能稳定。

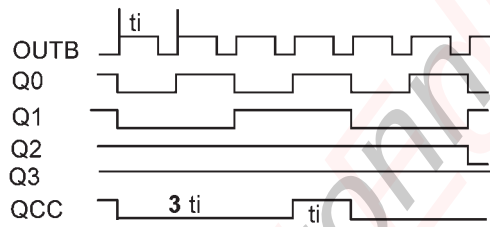


图 4 D2C2B2A2=1100脉间调试波形图

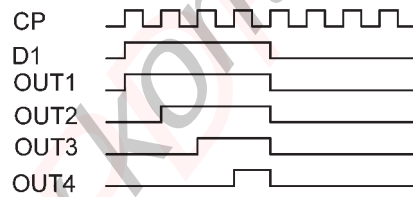


图 5延时电路输出波形

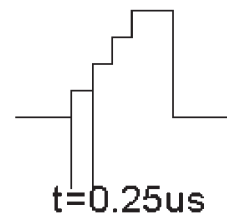


图 6梯形波

Combination Therapy of Puerarin with Fosinopril Sodium Tablets for Early Diabetic Nephropathy

YAN Ai-hong, GAO Jia-lin, WANG Shi-gang  
( People's Hospital, Taizhou Jiangsu 225300, China)

Abstract: Objective: To observe the effects of combined use of puerarin with fosinopril sodium tablets on the treatment of early diabetic nephropathy. Methods: 61 patients with early diabetic nephropathy were divided randomly into the combined therapy group with fosinopril sodium tablets and puerarin treatment (31patients). and the fosinopril sodium tablets group with fosinopril sodium tablets treatment (30patients).All patients take 10mg fosinopril sodium tablets daily in both group. The patients receive puerarin 0.3g intravenously daily simultaneously in combined therapy group. The course of therapy is 14 days. Results: The protein and albumin in urine decreased significantly within 24 hours after treatment from two weeks to six months in patients of combined therapy group ( $p < 0.05$ ), and decreased significantly only after six months in patients of fosinopril sodium tablets group ( $p < 0.05$ ). Conclusion: Combined therapy with the fosinopril sodium tablets and puerarin may decrease the protein and albumine in urine of the patients with early diabetic nephropathy, and keep the proteinuria in lower level.

Key words: Diabetic nephropathy; Microalbuminuria; Puerarin; Fosinopril Sodium tablets

责任编辑 刘 红 )

（接第 3页）

参考文献：

阎石 数字电子技术基础 第四版 [M]北京 高等教育出版社 ,1998.

陶成电路手册编委会 标准集成电路数据手册—TTL电路 [M]北京 国防工业出版社 ,1995.

陶成电路手册编委会 标准集成电路数据手册—CMOS电路 [M]北京 国防工业出版社 ,1995.

陶喜明 电力电子技术 [M]北京 高等教育出版社 ,2001.

Design of High Frequency Pulse Power Supply

ZHU Jian, JI Tai-cheng

(Electronic Engineering Department, Taizhou Polytechnic Institute, Taizhou Jiangsu, 225300, China)

Abstract: The article is about the design of digital high frequency pulse power supply with a large pulse width and interval regulating range and a high stability at the requirement of wire cut Electric Discharge Digitally Controlled machine tool. Its output power is controlled. It mainly discusses the design of main control circuit and the principle of operation. The test results show that the power complies with design requirements.

Key words High frequency pulse power supply; pulse width modulation; pulse interval modulation; power amplifier.

责任编辑 刘 红 )