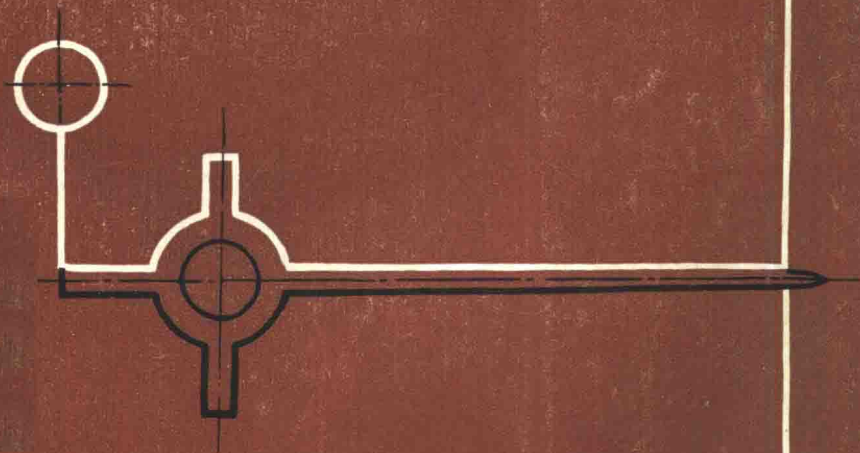


数控线切割机的 调试与维修

盛俊英 郁继光 丁国权



四川科学技术出版社

数 控 线 切 割 机 的 调 试 与 维 修

盛俊英 郁继光 丁国权 编著

四川科学技术出版社

一九八四年·成都

责任编辑：崔泽海 田 霞

装帧设计：盛季平

数控线切割机的调试与维修

四川科学技术出版社出版 重庆新华印刷厂印刷
四川省新华书店重庆发行所发行

开本850×1168毫米 1/32 印张7.5 插页1 字数170千
1984年8月第一版 1984年8月第一次印刷
印数：1— 7,200 册

书号：15298·31

定价：1.22 元

前 言

数字程序控制线切割机床，对于加工由直线和圆弧构成的各种复杂形状的零件和冲模，具有无可置疑的优越性。因此，近年来，在国防工业和民用轻工、电子、机电产品等生产工业部门中得到了广泛的应用，而且还正在扩大。

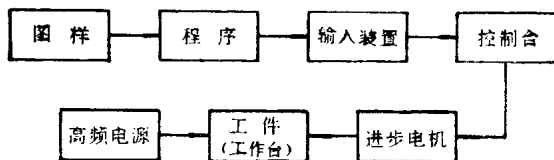
随着数控线切割机床应用的不断扩大，机床本身也得到了不断的发展。十多年前，“复旦型”数控线切割机床首先应用于实际生产。开始控制台是采用晶体管分离元件组装而成，而后采用集成电路，现正向采用微型计算机控制的方向发展。因此，机床工作的可靠性和稳定性正逐步提高，控制台的体积也大为缩小。从控制功能来说，原来是一台控制台控制一台机床，现在发展为控制多台机床；原来仅能从 X 轴和 Y 轴两个方向控制，现在已发展成带自动间隙补偿和锥度补偿，从而节省了程序编制时间，提高了生产效率。由于装配、调试工艺的不断完善和高频电源的改进，使切割速度达到每分钟 60mm^2 ，切割工件厚度可达 350mm ，而且可以保证尺寸精度和表面光洁度。工件材料可以是普通模具钢、硬质合金和带有韧性难以排屑的合金等。但是，不论怎样发展，它仍然是连续式数字程序控制机床，即由工件作连续不断的相对运动而切割成需要形状的零件的自动化机床。它主要是由高频电源、机床和数字程序控制台三大部分组成。

高频电源：是用来产生重复频率20KC左右的高频电脉冲的。该脉冲通过电极丝和被加工件之间产生脉冲放电，由脉冲放电对被加工件进行电蚀作用而进行切割加工。

机床：由床身、丝杆、走丝机构和十字拖板组成。绕在转动的贮丝筒上的电极丝，经过丝架作来回高速走动，这样将有利于延长电极丝寿命和提高生产效率。被加工件固定在十字拖板上，纵、横十字拖板的二根丝杆分别由二台步进电动机带动。控制台每发出一个进给信号，步进电动机就转动一步（即转动 3° ），通过变速后带动丝杆，使拖板移动1微米距离。步进电动机受控制台发出的进给信号即脉冲个数的控制。若两步进电动机之一接受进给信号，从而只使两块拖板之一移动，则工件被切割出一条直线；若两拖板按一定比例移动，则切割出一条斜线；若两拖板按圆弧顺序移动，便能切割出一段圆弧。

数字程序控制台：它是一台小型专用电子计算机，能按照工件的切割“程序”进行自动计算，并对步进电动机发出控制信号。工件的切割“程序”，是根据工件图样，可由人工计算编制，也可通过通用电子计算机编制，甚至可由可编程序数控线切割机床自行编制。

工件的加工过程表示如下：



随着数控线切割机床应用的扩大和社会拥有量的不断增加，对其进行维护和修理就成为急待解决的问题。据我们调查估计，

目前国内约有四千台以上数控线切割机床。其中约有百分之二十能正常生产运行，百分之三十处于故障停产状态。其余的机床生产不正常，特别是春夏季节，情况更为严重。这对于降低生产成本，提高经济效益，加速发展新产品，提高竞争能力是很不利的。为此，我们对数控线切割机床十多年来在制造、装配、调试、操作和维修等方面的一些体会和搜集的一些资料予以归纳，以供从事数控线切割机床的操作者和调试维修人员参考。

从我们调查得知，目前国内用得较普遍的仍然是“复旦型”数控线切割机床。对于该型机床的原理已有资料介绍。因此，我们从实用的角度出发，仍以“复旦型”数控线切割机床控制柜为主要对象，重点分析介绍调试方法、操作工艺和维护修理方面的内容。为适应当前操作和维护此类机床的工作人员水平，我们力求叙述通俗易懂，期望读者在读过本书以后，能够具备独立完成数控线切割机床的调试、操作和维修工作的能力，使读者所操作或维护的数控线切割机床能正常地投入生产，为我国的社会主义四个现代化建设作出更大的贡献。

由于我们的业务水平和经验有限，所介绍的内容不一定全面，特别是介绍的一些调试排故方法更不是唯一的。其它的错误也在所难免，恳切地希望广大读者予以批评指正。

本书由成都电讯工程学院古孝鸿副教授审稿，提出了很多宝贵的意见和建议，在此表示深切的谢意。也向为本书搜集资料的同志表示衷心的感谢。

绪 著 者

一九八三年五月

目 录

前 言	1
第一章 直流电源	1
第一节 整流和滤波	2
第二节 直流稳压电源	10
第三节 稳压电源的调试、故障分析与制作注意事项	19
第四节 集成化的直流稳压电路	23
第二章 高频电源	29
第一节 高频电源的产生——主振级	31
第二节 振荡器输出脉冲波形的调整	36
第三节 前置放大级	39
第四节 功率放大输出级	40
第五节 高频脉冲电源的调整及故障排除	42
第三章 单元线路	46
第一节 门电路	46
第二节 门电路测试	54



第三节	双稳态触发器.....	59
第四节	双稳态触发器的调试.....	71
第五节	单稳态触发器、时标及整形器.....	75
第六节	单稳电路调试方法.....	81
第七节	其它脉冲控制电路.....	83
第四章	印刷线路板分调.....	87
第一节	线路板调试前的检查准备工作.....	88
第二节	测试台介绍.....	90
第三节	101光电读出线路板的测试	96
第四节	102输入寄存器的测试.....	100
第五节	103输入脉冲测试.....	105
第六节	104奇偶校验测试.....	108
第七节	105纸带译码测试.....	114
第八节	106指令译码电路测试.....	116
第九节	107输控触发器的测试.....	119



第十节	108输控译码电路测试	124
第十一节	109进给及计数控制测试	126
第十二节	110步进电动机环形分配器测试	182
第十三节	201氖灯显示测试	131
第十四节	202主控器的测试	133
第十五节	203时标计数测试	135
第十六节	204时序脉冲测试	137
第十七节	205移位脉冲门测试	141
第十八节	206半加器及读写门测试	144
第十九节	207延迟器及加数门测试	147
第二十节	208全加器测试	149
第二十一节	209十进制计数及显示电路测试	158
第二十二节	301变频线路测试	161
第二十三节	302继电器线路测试	166
第二十四节	303移位寄存器测试	168



第五章 总机调试、故障分析及其排除方法	171
第一节 总调前的准备工作	172
第二节 调机步骤	174
第三节 总机故障现象及分析排除方法	178
第六章 线切割机床的加工工艺及操作须知	207
第一节 线切割加工工艺因素的影响及其选择	207
第二节 薄工件的加工	214
第三节 厚工件的加工	215
第四节 操作须知及使用方法	217

第一章 直流电源

在数控线切割机床中，需要 -12V 、 $+6\text{V}$ 、 -24V 、 $+160\text{V}$ 、 $+80\text{V}$ 直流电源。其中 -12V 和 $+6\text{V}$ 是稳压电源，为控制台逻辑线路供电。 -24V 用以驱动步进电动机。 $+160\text{V}$ 和 $+80\text{V}$ 分别用于数字管及氖灯显示。由于普通电网均为50赫兹交流电，为此，必须通过“整流”来获得直流电源。

所谓整流，就是把交流电变成直流电的一种转换方法。在电子电路中通常的办法是，利用晶体二极管正向导电、反向截止而饱和状态时压降很小的特性，将交流电变换为直流电。但是，仅仅用这样的方法所得到的直流电，电压波形脉动很大，在自动控制装置中是不能允许的。为此，还要通过电容和电感(或电阻)来“滤波”，使脉动很大的直流电变为比较平滑的直流电。

通过滤波以后所得到的直流电，由于受到如下一些主要因素的影响，有时仍然不能够满足要求：

(1) 交流电网的电压实际上有 $\pm(10\sim15)\%$ 的波动，整流滤波以后所得到的直流电压也会有相应的波动；

(2) 由于交流电网中较大负载的起动，瞬时压降很大，则输出直流电压也随之而瞬时变化；

(3) 整流、滤波元器件及线路存在着内阻，当负载及驱动电流变化时，输出直流电压也会随之而变化。

如果计算机使用了这样的直流电源，就会造成运算出错、控制失灵、步进电动机失步等一系列故障。所以，在整流、滤波后还要加“稳压”装置，以获得平滑、稳定性能好的直流电源，即直流稳压电源。

直流稳压电源由电源变压器、整流、滤波、取样、差动比较放大、调整、保护和独立辅助电源等几个部份组成，其方框图如图1—1所示：

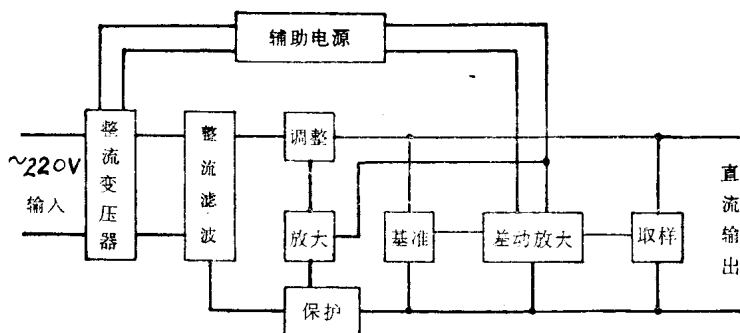


图1-1 直流稳压电源方框图

本章将着重针对图1—1讨论数控线切割机床上的-12V、+6V直流稳压电源的工作原理、制造、调试和主要故障分析。对于整流、滤波等环节只作一般分析介绍。

第一节 整流和滤波

在电子电路中，把交流电变成直流电的主要元件是二极管，由于它具有正向导电、反向截止的特性，所以被广泛应用。图1—2是二极管的典型伏安特性曲线。

当二极管上加一较小的正向电压（小于1V）时，就有较大的

电流通过，而且随电压的增大电流急剧增长，直至饱和，其管压降小于1V(锗管为0.3V，硅管为0.7V左右)。若在二极管两端加

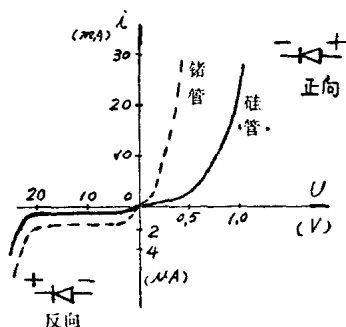


图1-2 二极管伏安特性

反向电压时(小于击穿电压)，则电流很小，仅几个微安；当电压足够高时，电流才急剧变大，此时，称为二极管被击穿。

交流电经二极管整流以后，输出的直流电压幅度将随着交流电频率在一定范围内变化，是一种脉动直流电压，有

较大纹波。因此，要在直流输出端并联一个较大的电容，将纹波削平，从而得到一个比较平滑的直流电源。

在数控线切割机床的计算机电源中，常使用半波整流、全波中心抽头整流和桥式整流。三种形式分别介绍如下：

一、单相半波整流及滤波

单相半波整流电路如图1-3所示，是由整流变压器B、二极管D和负载电阻 R_L 组成。

当a端为正半周时，D承受正向电压而导通，电流 i_D 经 R_L 回到b端。在负半周时，因D承受反向电压而被截止，回路没有电流。在负载电阻上始终只有一个单方向

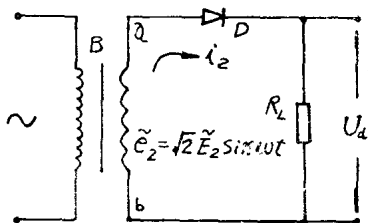


图1-3 半波整流电路

的电流通过，其电压 u_d 是单向带纹波的直流电压，如图1-4所

示。二极管的导通时间为整个正半周，导电角等于 π 。

假设整流电路的内阻很小而忽略不计，则整流以后输出的直流

电压平均值 U_d 可以证明

为：

$$U_d = \frac{\sqrt{2}}{\pi} (\tilde{E}_2) \\ \approx 0.45 (\tilde{E}_2)$$

式中：

$\tilde{E}_2$ —为变压器二次绕组交流电压的有效值，可以由电压表直接测量而得。

由上式可知：半波整流后的输出直流电压等于

变压器二次绕组交流电压有效值的0.45倍。

从电路的工作过程可知，通过二极管 D 的电流 i_D 与通过负载的电流 i_2 相同，即 $i_D = i_2$ 。这个电流的平均值 I_d 为：

$$I_d = \frac{U_d}{R_L}$$

式中： R_L —负载电阻。

根据 I_d 可以选择二极管的电流定额。

由图1-4看出，直流电压纹波是很大的。为了减少纹波，最简单的办法是在整流电路的输出端并联电容器 C ，如图1-5所示：当 a 端为正半周，二极管导通期间，电源除向负载提供电流外，同时向电容器 C 充电，由于充电时间常数很小，电容器的电压 U_C 将达到接近 $\tilde{e}_2$ 的最大值 $\sqrt{2} \tilde{E}_2$ 。当 b 端为正半周，即当

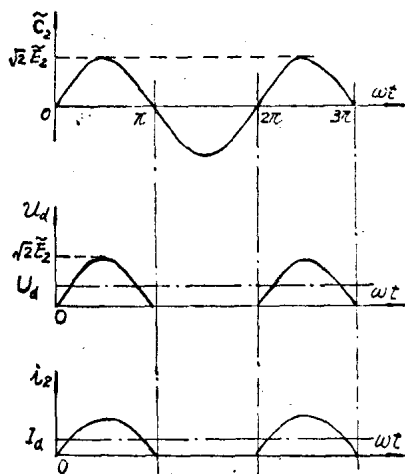


图1-4 半波整流波形

二极管承受反向电压而被截止时，电容器的电压 U_C 即向负载 R_L 缓慢放电，所以 R_L 上仍有电流，而且流向与原来一致。因放电时间常数选择得比较大，致使二极管被截止的这段时间内，电容器上的电压下降不多，也即是 R_L 上的电压下降不多。接着又开始第二个周期的充电、放电过程，如此不断重复，便得到图1-6电容器电压 U_C 的波形。与图1-4的电压波形相比可知， U_C 平滑多了，这是由于并联了电容器 C 的结果。此时称 C 为滤波电容器。

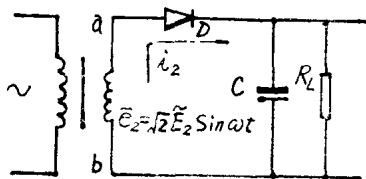


图1-5 电容滤波电路

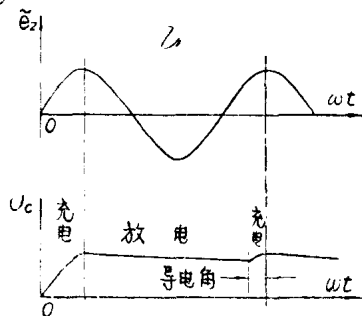


图1-6 滤波电容充放电波形

必须注意：由图1-5可知，在负半周的情况下，即二极管 D 被截止的状态下， $\tilde{e}_2$ 与 U_C 相串联，反向加于二极管两端。所以，在半波整流电路中选择二极管时，其反向电压应大于 $2\sqrt{2}\tilde{E}_2$ ，否则管子容易被击穿。

二、单相全波整流及滤波

全波整流电路是由两个单相半波整流电路组合而成的。如图1-7所示。整流变压器次级绕组有中心抽头，两个大小相等、极性相反的电压 $\tilde{e}_{21}$ 和 $\tilde{e}_{22}$ 作为两个回路的电源。当变压器a端为正，b端为负时，二极管 D_1 承受正向电压而导通（ D_2 因承受反向电压而被截止），电流 i_2 经负载电阻 R_L 回到中心抽头o点；当b端为正

时, D_2 导通, D_1 截止, i_2 经 R_L 回到 o 点。由此可知, D_1 、 D_2 轮流导通, 在 R_L 上得到一个单方向的电流, 波形如图 1-8 所示。

由于全波整流是由两个半波整流电路组合而成, 所以, 其输出直流电压的平均值 U_d

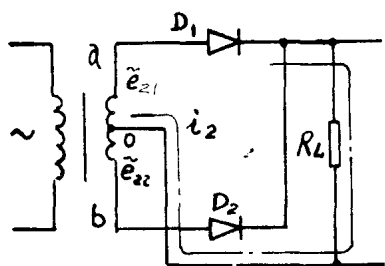


图 1-7 单相全波整流电路

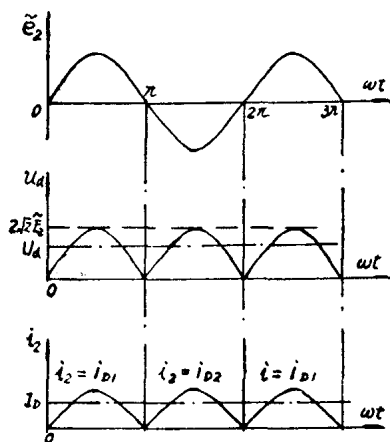


图 1-8 全波整流波形

和电流的平均值 I_d 比半波整流电路大一倍, 即:

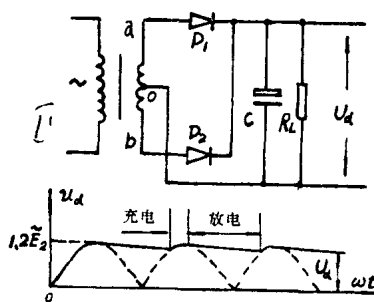


图 1-9 全波整流滤波及电压波形

$$U_d = \frac{2\sqrt{2}}{\pi} \tilde{E}_2 \approx 0.9 \tilde{E}_2$$

$$I_d = \frac{0.9 \tilde{E}_2}{R_L}$$

当输出端并联滤波电容器 C 时, 如图 1-9 所示, 纹波变小, 输出直流电压也会稍高。在负载开路时, 因放电

时间常数 $RC \rightarrow \infty$, 电容器被不断充电而维持 $\tilde{e}_2$ 的峰值电压, 故 $U_c = \sqrt{2} \tilde{E}_2$ 。有载时, 直流输出电压比空载时有所下降, 当负载加大即输出电流加大时, U_d 下降厉害, 并且纹波也增加。在

全波整流电容滤波的电路中, 只要 C 取得适当, 其输出电压为:

$$U_d \approx 1.2 \tilde{E}_2$$

单相全波整流二极管所承受的最大反向电压与半波整流电路一样为 $2\sqrt{2}\tilde{E}_2$, 而每个二极管所流过的电流为负载电流 I_d 的一半, 即:

$$I_{D_1} = I_{D_2} = \frac{1}{2} I_d$$

三、桥式整流及滤波电路

在单相半波和全波整流电路中, 变压器的次级绕组只有单方向的电流通过, 为了提高变压器的利用率及减少次级绕组的匝数, 把整流二极管接成电桥的形式, 如图 1-10 所示, 我们称它为桥

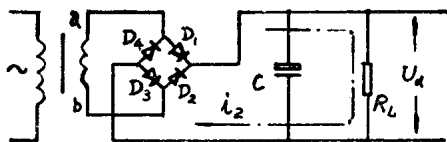


图1-10 桥式整流电容滤波电路

式整流电容滤波电路。它有很多种表示画法, 这里是一种较为常见的画法。本电路的工作原理如下:

当 a 端为正 b 端为负时, 电流 i_2 的通路为: $a \rightarrow D_1 \rightarrow R_L \rightarrow D_3 \rightarrow$ 变压器 b 端 (此时 D_2 、 D_4 为反向截止)。

当 b 端为正 a 端为负时, 电流 i_2 的通路为: $b \rightarrow D_2 \rightarrow R_L \rightarrow D_4 \rightarrow$ 变压器 a 端 (此时 D_1 、 D_3 反向截止)。

由此可见, 在负载电阻 R_L 上, 在整个周期内都有电流通过, 而且方向一致。输出的直流电压与电流和全波整流一样: