



U270-6  
襄州省图书馆

# 数控火焰切割机简介

## 钢梁车间

### 一、概述

数控火焰切割机，是由我厂钢梁车间数控机床青年小组，在厂党委的正确领导下，高举“鞍钢宪法”的旗帜，自力更生，奋发图强，仅用一年半时间制作出来的。经过试验，其性能完全满足我厂生产装载机 and 桥式吊车等钢结构板材火焰切下料的要求。

机器采用门架式，轨距6.2M，轨长25M。两个割头，可同时切割两块钢板。割炬能够自动升降，使割炬和钢板的距离保持不变，以保证切割质量。割炬上装有高频点火装置。割炬的运动轨迹，系根据切割的线形，编制程序，制作好穿孔纸带，送入计算机。由计算机发出脉冲，控制步进电机，指挥传动系统的总动脉冲当量为 $0.05 \text{ mm}/\text{脉冲}$ 。

本机器附有绘图机，作为校验穿孔纸带的制作是否正确和计算机有无差错之用。

### 二、主要技术性能

- |            |    |                |
|------------|----|----------------|
| 1. 机器总尺寸：  | 长度 | 25000 mm       |
|            | 宽度 | 7200 mm        |
|            | 高度 | 1600 mm        |
| 2. 最大切割宽度： |    | 2 x 2400 mm    |
| 3. 最小切割宽度： |    | 100 mm         |
| 4. 切割长度：   |    | 22500 mm       |
| 5. 切割钢板厚度： |    | 8~100 mm       |
| 6. 最快移动速度： |    | 4000 mm/min    |
| 7. 切割速度范围： |    | 50~1200 mm/min |
| 8. 割炬升降速度： |    | 1300 mm/min    |

9. 制矩升降行程:

200 mm

10. 机器总重量:

2200 kg

11. 脉冲当量:

0.05 mm/脉冲

12. 全机所用电机一览表: (见表)

电机参数	型号	功率(W)	电压(V)	最高转速(转/分)	转矩(克厘米)	数量
纵向电机	13S205	400	110	3000	13000	1
横向电机	13S203	102	110	300	3300	2
升降电机	70S254	55	110	3000	1800	2
步进电机	70BF4040		60/12		4000	2
自整角发送机	KJ404M		110	500		2
自整角接收机	KB405		110	500		3
测速电机	ZCF5		90	3000		3

电机一览表

### 三. 机器的主要结构

1. 轨道: 轨道分滑轨和导轨, 大车沿导轨作直线运动, 故对导轨的安装要求较高, 其水平和平直度, 用套筒螺钉和偏心螺栓微调. 导轨两侧装有护板, 上盖不锈钢带, 以保护导轨和齿条. 轨道两端装有挡块, 防止车架出轨. 轨道装在工字形钢梁和台基上.

2. 机架: 采用门架式, 跨度6.2m, 钢结构. 大梁用2<sup>mm</sup>厚铸钢板, CO<sub>2</sub>气体保护焊连接, 立柱为减轻重量和增强刚度, 用

制有筋加强孔。大梁联接在主付车架上，主车架装有两个走轮，和两对水平导向轮，夹住导轨的两侧，以保证大车运行的平稳和正直，导向轮的夹紧力，用弹簧推杆调节。还装有钢带滚轮，以便在运行时，将钢带托起。纵向传动机构和电器操纵箱及司机坐椅，均安装在主车架上，付车架只装一个走行轮，运行在滑轨上。还装轨道除雪器。

3.纵向传动：纵向传动原理，（见图1），它是由上下两个变速箱组成。上面的固是在主车架上，由135205直流伺服电机驱动，经两级减速后，装有自整角接收机，经三级减速后，装有电磁离合器。当电机通断电时，离合器同时通断电，即与电机的启停同时离合与脱开，使齿轨可在轴上空转，以便人力推动大车。

上下变速箱，中间用橡胶联轴器联结，以允许下面变速箱的滑动。下面变速箱，安装在基座槽里，可以滑动，用蝶形弹簧拉紧，以便走行齿轮压紧在纵向齿条上，从而保证齿轨与齿条的啮合紧密。

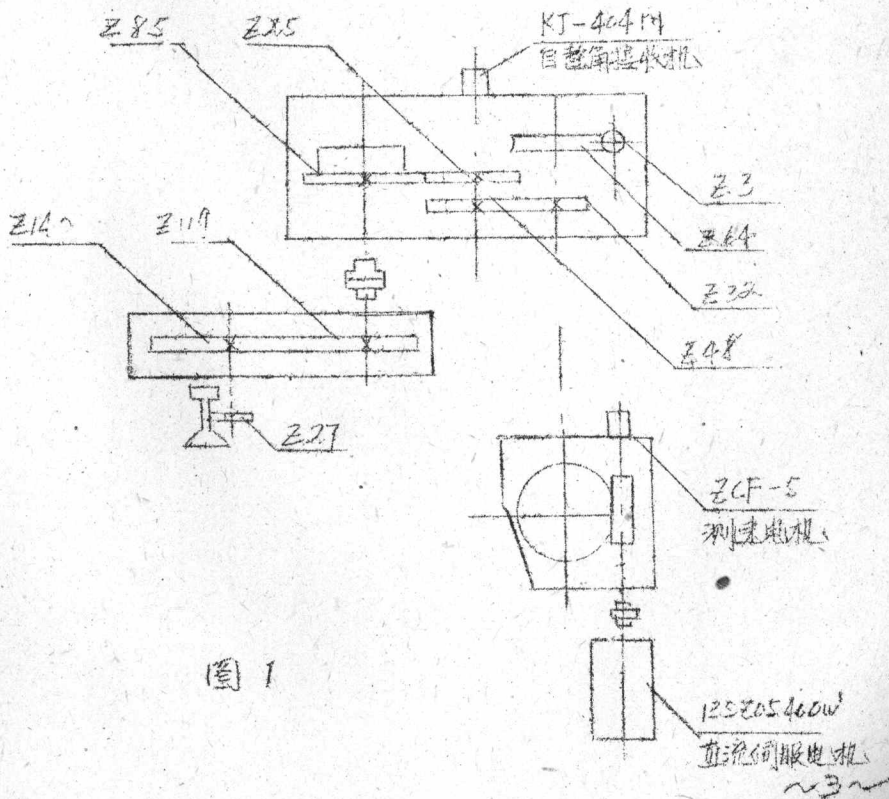


图 1

4 横向传动：横向传动两变，传动原理见图2。使用90S203直流伺服电机驱动，变速箱的变速比，与纵向传动相同，均为18

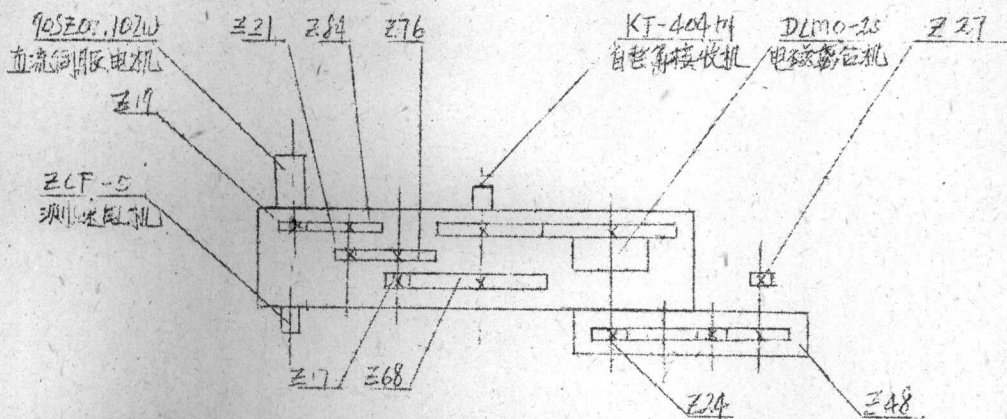


图 2

也配有自整角机、测速电机和电磁离合器。变速器及电机，均装在横向小车内，由变速器的输出轴齿轮，啮合横向齿条，驱动横向小车行走。横向小车，安装在横向导轨上，为了调整方便，用了两个垂直走轮和三对水平轮，这些轮的轴，都是偏心的。

5 割炬升降：用70S254, 55W 直流伺服电机 驱动齿轮蜗杆蜗轮变速箱，经齿轮啮合固定在横向小车拖板上的齿条，垂直上下，可以手扳，也可以电动，运行中则自动调整，以保持割炬与钢板的距离。高度自动调整，我们采用电容式。

#### 四、数控系统介绍：

数控的编程法则，采用逐点比较法（或者称折补法），分五大部分组成。整机的数控装置由以下几部分组成：（数控的简略方框图见图3）

1. 输入部分：输入纸带采用5单位编码，由光电输入机以每秒200行的速度，将纸带编码，变成电信号，经滤波特电路整形后，送入输入寄存器。“奇偶校验”，用来检查读入是否正确。

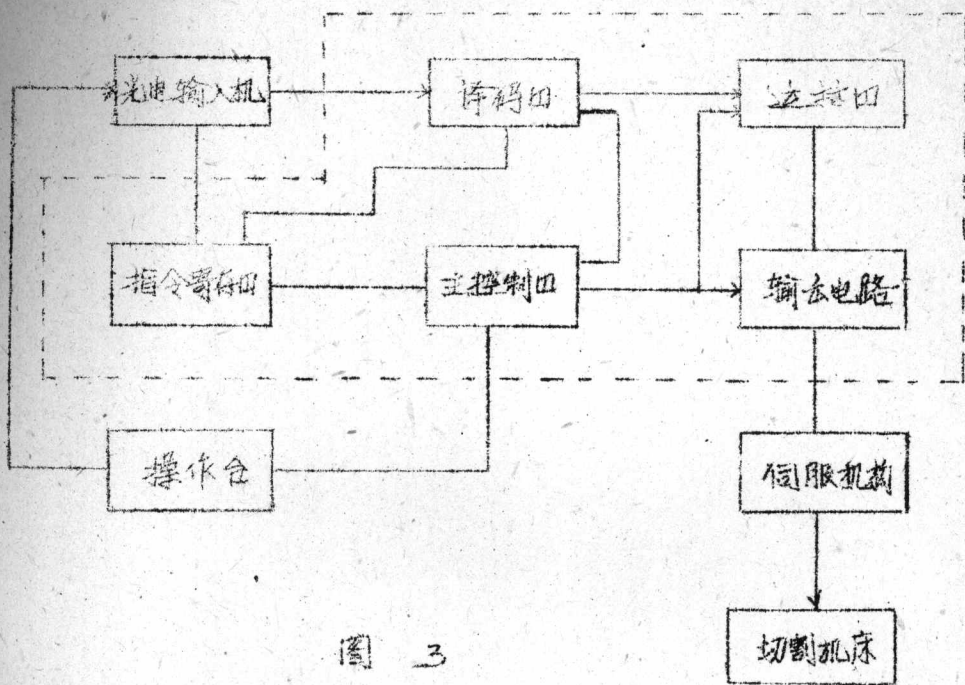


图 3

奇偶错，发停机脉冲，并同时报警。奇偶对，方给出输入译码脉冲，纸带译码的任务，是根据输入寄存器的状态，区分开是输入指令 B、GX、Gy 或是数或加工指令，以并行输入控制。（见图 4）

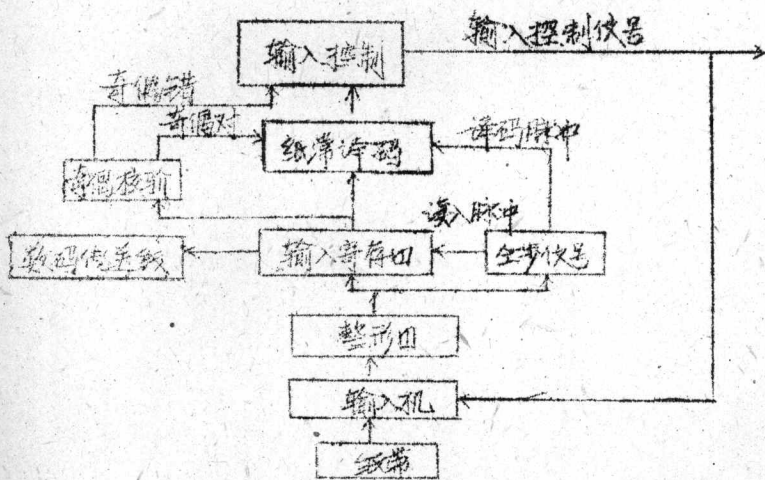


图 4

~EN

2. 进给部分：采用串行的补码进给，有全加回、半加回、移位寄存回、延迟寄存回及各种控制门，加一门、加数门、移位脉冲门、误数门、写数门等基本部件。加工时，按照偏差判别、偏差进给、偏差计数、终点判别四个节拍，进行插补进给，完成走圆或走斜线有关的坐标进给及偏差计数。加工长度，由于计数回对机回的纵或横方向，进行计数控制。当一段直线或圆弧加工完毕，计数器能自动激励光电输入机，输入下段程序，继续进行加工。直至加工完毕。终点判别，发出终点信号，停止插补进给。

3. 控制部分：用于对输入进给、进给、计数、终点、齿补、快速、返回、坐标转换等，按照需要进行有秩序的控制。主要由加工指令、寄存回、译码回、加工开关、进给开关、时标、主脉冲门、变频、变频门、时标计数、时标脉冲门、齿补方向判别等部分组成。

4. 输出部分：采用五相环形分配回，使步进电机按照进给、进给脉冲，不失步地工作，以带动随动系统。

5. 辅助机能：根据火焰切割工艺的需要，本机具有如下的辅助机能：

(1) 本程序返回功能：在切割中可能发现有未割透的地方，则需要返回。即由前进改为后退，并且轨速不变， $F_{进}(X, Y) = F_{退}(X, Y)$ 。也就是说，进给的方向是相反的，在偏差相同的情况下，进给的坐标也不一样。前进时  $F \geq 0$ ，进给  $X$ ，后退时，进给  $Y$ ，齿补的坐标，前进时，齿补  $X$ ，后退时，齿补  $Y$ 。计数方向不变，在计数方向上，前进时，丁计数回减1，后退时，丁计数回加1。返回控制的逻辑结构如图5。需要说明的是加工指令，是对  $TS_1$ 、 $TS_2$ 、 $TS_3$  进行计数触发，同时对  $TS_2$  进行计数触发的目的，是为了不使修改后的指令，不成奇数码。修改后的指令，对于圆，例如逆圆变为顺圆  $NR, 00101 \rightarrow SR, 10010$ ，对于斜线，为了使轨

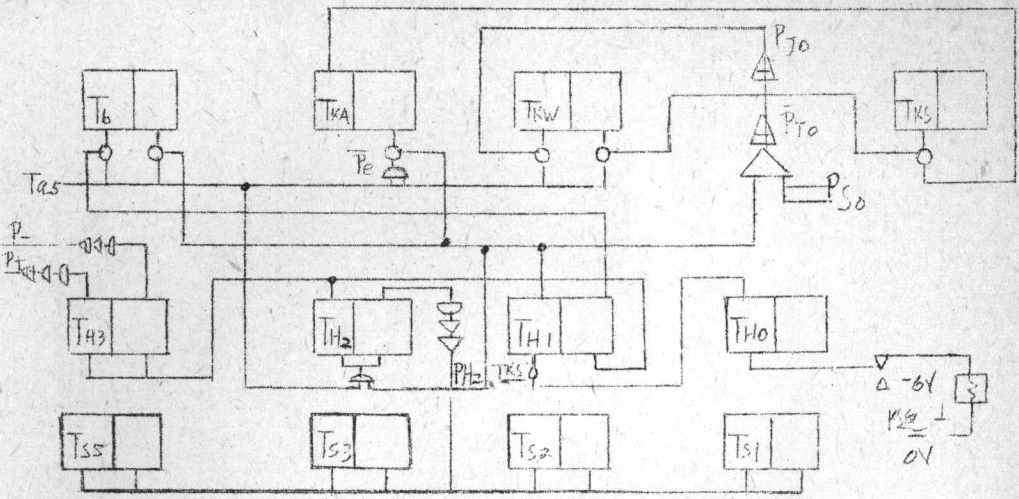


图 5

迹完全重合，则有： $L_1 11000 \rightarrow 01111$  变成了移指令， $L_2 01001 \rightarrow 11110$  (GY)， $L_3 11011 \rightarrow 01100$  (B)， $L_4 01010 \rightarrow 11101$  (GX)，从形式上，这三种斜线在后退时的加工指令和输入指令一样。本来输入指令只用在输入的时候，它们的作用，是分别触发  $T_{a1}$ 、 $T_{a2}$  和  $T_G$ ，得到纸带译码信号  $P_{S2}$  和  $P_{Z0}$ ，而在后退时，处于加工之中，没有输入，也不进行译码，只要输入寄存器中，各触发器的状态符合加工的要求就可以了。图中四个触发器的作用：

- $T_{H0}$  — 根据返回的指令，将  $T_{H1}$  置 1。
- $T_{H1}$  — 控制  $T_6$ 、 $T_{KA}$ 、 $T_{RW}$  的电位脉冲门。
- $T_{H2}$  — 将  $T_{H1}$  置 0，对  $T_{H3}$  进行计数触发，同时修改指令（对  $T_{S1}$ 、 $T_{S2}$ 、 $T_{S3}$ 、 $T_{S5}$  进行计数触发了）。
- $T_{H3}$  — 控制可逆计数器，做加法计数或者减法计数。 $T_{H1} \sim T_{H3}$  参加全机清零，所以在前进时，它们均为状态。

(2) 匀速功能：由于我们采用的是插补原理，割炬的迹轮廓迹实际上是折线所组成的轮廓线，近似的代替直线和圆弧，这样速度不变，轮廓线的速度也就随斜率的大小而变化。由图 6 可知，



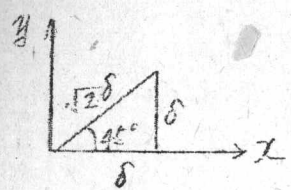
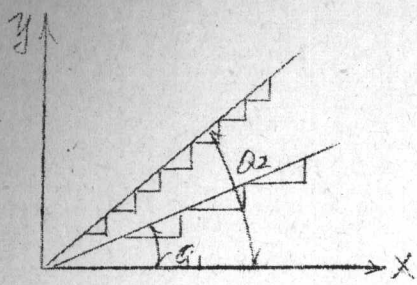


图 6

$\alpha = 0^\circ$  或  $90^\circ$  时最快,  $\alpha = 45^\circ$  最慢。速度不一致, 切割的质量就要受影响, 因此, 我们设置了匀速的功能。办法是将快的停顿一些步数。每当在一个方向, 连续走三步时, 机器就要放空一个脉冲。用三个可逆计数器  $TW_1$ 、 $TW_2$ 、 $TW_3$  对  $P_{\Delta x}$ 、 $P_{\Delta y}$  进行计数, 控制这组开关  $TKA$ , 适时封锁主脉冲门, 停止送料, 使电机

停止进给。从而使在各种斜率下, 轮廓线的速度接近一致。

(3) 快速功能: 当切完一个图形, 转到第二图形时, 需要很快的转移过去。同时, 在转移的过程中, 应关掉切割氧, 将割炬提起, 将主脉冲门打开, 让进给机以最快速度送料, 送料结束后, 电机下降, 降到底后, 预热钢板, 打开切割氧, 穿透钢板后, 再打开输入开关, 输入下道程序, 重新开始加工。根据这些要求, 快速的控制由  $T$  快速指令、 $T$  切割氧二个触发器, 几个与或非门, 三个单稳组成。我们规定,  $T_{S1}$  的 1 状态为快速指令,  $P_{ZT}$  将  $T_{S1}$  的 1 状态存入  $T$  快速指令寄存器, 实现快速控制。

(4) 座标转换: 为了节约钢材, 能够套下料, 我们设置了座标

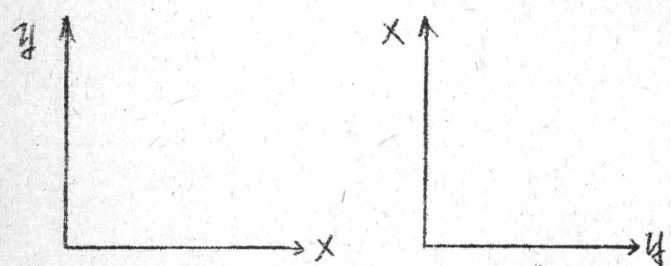


图 7

转换, 有八个按键通过座标转换分配器, 对  $P_{\Delta x}$ 、 $P_{\Delta y}$ 、 $P_{\Delta y}$ 、 $P_{\Delta x}$  控制环形分配器, 从而得到八种形式的座标。

即：I、I'；II、II'；III、III'；IV、IV'。如图7，余类推。

(5)比例：主要用于绘图，有1:1、1:2、1:5、1:10。设有八个触发器、控制进给脉冲 $P_x$ 、 $P_{xy}$ 、 $P_{yz}$ 。

(6)齿隙补偿：由于走行齿轨与齿条之间有间隙，在改变方向时，电机反转，但不能立刻走动，开始几步被消耗在间隙中，为保证加工精度，我们没有齿隙补偿机械。改用齿隙补偿振荡器、进给方向寄存器、齿补信号触发器、齿补开关、齿补计数器及几个与或非门组成。

### 五、随动系统工作原理

纵向和横向的随动系统是一样的，都是采用可控硅直流伺服系统。工作过程如图8。当电子计算机发出电脉冲，使步进电机转动时，经一级减速齿轨，带动自整角发送机转动。此外，步进电机以 $15^\circ$ /脉冲的角速度产生角位移。两个自整角机的转子相对于三相绕组的夹角不为零。自整角发送机的转子绕组，输出电压 $U_c$ （误差电压），经相敏整流，取出调制信号与转速微分负反馈叠加，通过校正和差动放大，便是可控硅控制角的控制讯号。再经移相触发电路产生触发脉冲，触发可控硅的控制极，控制可控硅导通角的大小，输出不同的直流电压，驱动直流伺服电机。变速箱带动自整角接收机转动，直到自整角接收机转子，跟自整角发送机转子的转角后，二者相位角相等，电压等于零，直流电机停转。可以看出，当计算机不停地向步进电机输入电脉冲，直流伺服电机便不停地转动，执行机构便带动割炬进行切割工作。

绘图机采用步进电机直接驱动的开环系统。

### 六、气路系统

由高压氧气（切割氧）、低压氧气（预热氧）、乙炔气三路组成。用三根高压橡胶管输送，切割氧由四个氧气瓶并联供应，预热氧由两个氧气瓶并联供应。橡胶管与电缆一并悬挂在细钢索

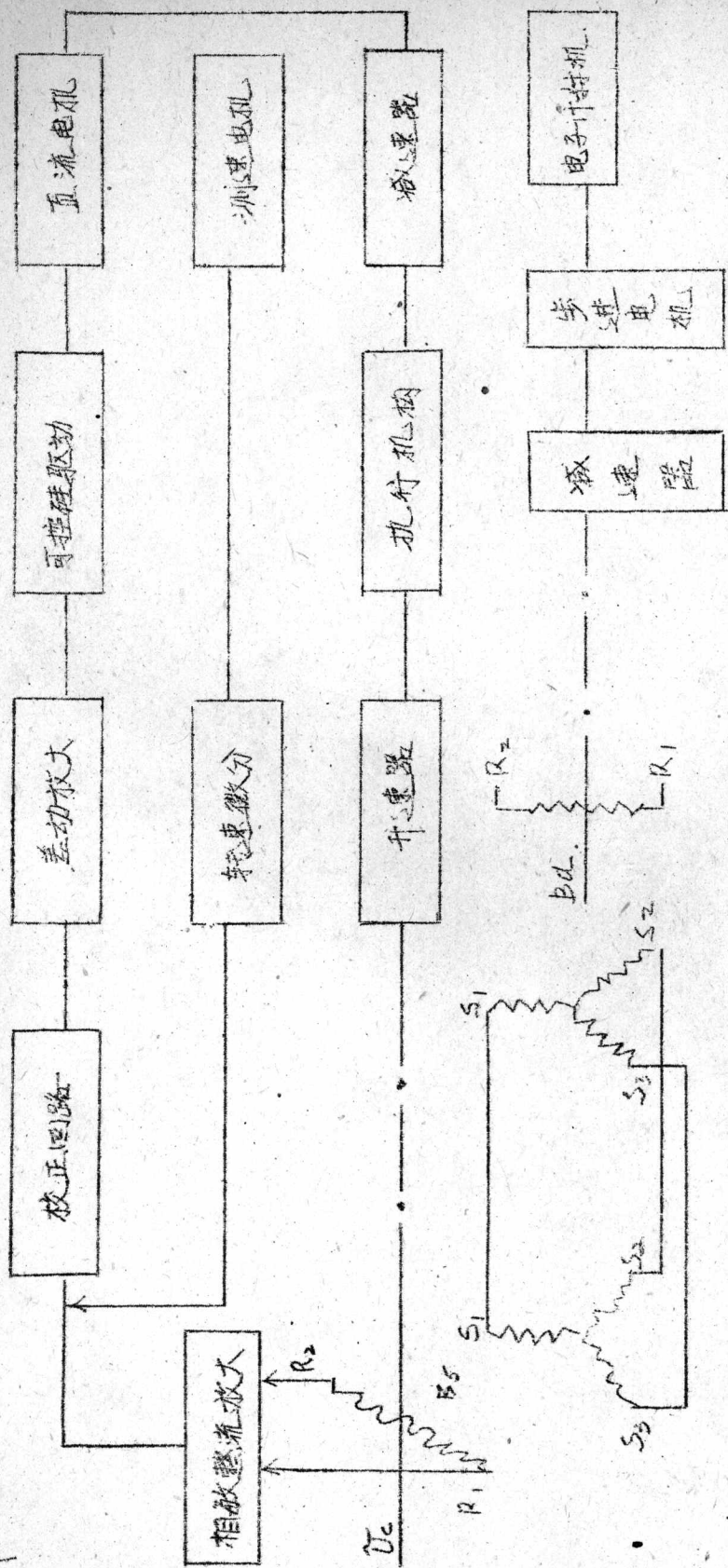


图8 方框图

止，由主车架房的司机操作处引入机器，并在此处装有节流阀、压力表和电磁气阀。切割氧气设有两个电磁气阀，一个控制开切供气，一个控制停切供气。

## 万能焊件多头钻床 钢梁车间

我厂钢梁车间万能焊件钻孔工作量是比较繁重的。为了适应国民经济高速度发展和充分满足生产需要，以及提高生产率和减轻工人劳动强度，我们设计制造了一台半自动化的钻N<sub>3</sub>、N<sub>4</sub>、N<sub>5</sub>三种万能焊件的专用多头钻床。

这台多头钻床分为上料、下料、箱件、平台、风压缸的横梁、动力头主轴箱、电气操作台等部分组成。

动力头上的主轴箱，通过电气操纵台的电路接通和切断，风压的送风和排风，蜗轮蜗杆的旋转，达到了自动上料、风压卡紧样板、自动进刀、自动退刀、样板抬起，机械手将加工角钢翻向下料架上，由于蜗杆另一端，带动链条，又自动将角钢卸下，整个角钢钻孔加工结束。

根据N<sub>3</sub>、N<sub>4</sub>、N<sub>5</sub>三种型式万能焊件上，孔的大小、间距，有以下几种孔群，相应设计以下几种主轴箱。（见表1）

由于万能焊件互换性的要求，孔间距离位置精度 $\pm 0.25\text{mm}$ ，钻孔时由样板套来保证。

根据设计任务要求，设计的主轴箱基本性能如表2。

关于设计基本参数、切削力和切削功率计算、传动路线设计、齿轮及轴的强度校核，就不分述了。

孔径	孔数	间距	主轴箱
$\phi 23$	三孔	70mm	设计4x86可调式多头钻2台。
$\phi 28$	三孔	85mm	"
$\phi 23$	四孔	86mm	设计4x86固定式多头钻2台。
$\phi 23$	二孔	86mm	设计2x86固定式多头钻2台。

表 1

主轴箱	连接动力头	主轴距离	主轴外伸长度	钻孔精度	一次钻孔	箱体外形尺寸
4x86可调	JT4036	70~86	120	$\pm 0.2$	3孔 $\phi 28$	518x500x315
4x86固定	"	86	"	"	4孔 $\phi 23$	265x500x315
2x86固定	"	86	"	"	2孔 $\phi 23$	340x330x315

表 2



0.30元