

# ZYD—30型频分制分散目标远动装置

许昌继电器研究所自动化组 蒋秉权

## 一、概述:

许昌继电器研究所与湖北给排水设计院合作研制的ZYD—30型频分制分散目标远动装置主要用于实现大、中型泵站、深井群等生产管理系统的远动化。可在调度端对执行端(泵站、深井群)进行双位遥控;对需监视的参数(压力、温度、水位、电流、电压等)进行远方召唤遥测,电流量可进行巡回遥测,显示为10进制数字显示;执行端能自动传送被控对象之开关位置的遥信信号和事故报警信号。当事故报警后,并能自动进行巡查,找出事故点。此外,尚能利用同一对通道线在调度端与执行端之间进行电话联系。

装置采用频率组合编码的原理,选用了具有Q值高、通带窄、稳定性好的压电音叉作为频率振荡元件和选频元件;逻辑元件采用硅管;遥测采用脉冲频率制、数字显示,从而保证装置的可靠性。

装置由调度端、执行端、操作台三部份构成。

## 二、主要技术指标:

(一)容量:装置可控制28个执行端,即1对28,而对每一个执行端包括:

1、遥控:双位置对象1个;

2、召唤遥测:3路;

3、遥信:双位置遥信1个;

4、事故报警信号。

(二)装置采用专用通道。(架空明线或电缆)通道直流电阻不大于 $3K\Omega$ 。

(三)装置的自动查巡,慢巡一周(按28个对象计)约300秒;快巡一周约200秒;

(四)装置供电:~220V,50Hz,调度端、执行端均附有+24V、-6V直流稳压电源。

(五)装置采用负逻辑,即低电平(0~2.5V)定为“1”;高电平(17~24V)定为“0”;

(六)装置使用环境温度:  $-10^{\circ}\sim+50^{\circ}\text{C}$ 。

(七)外形尺寸(mm):

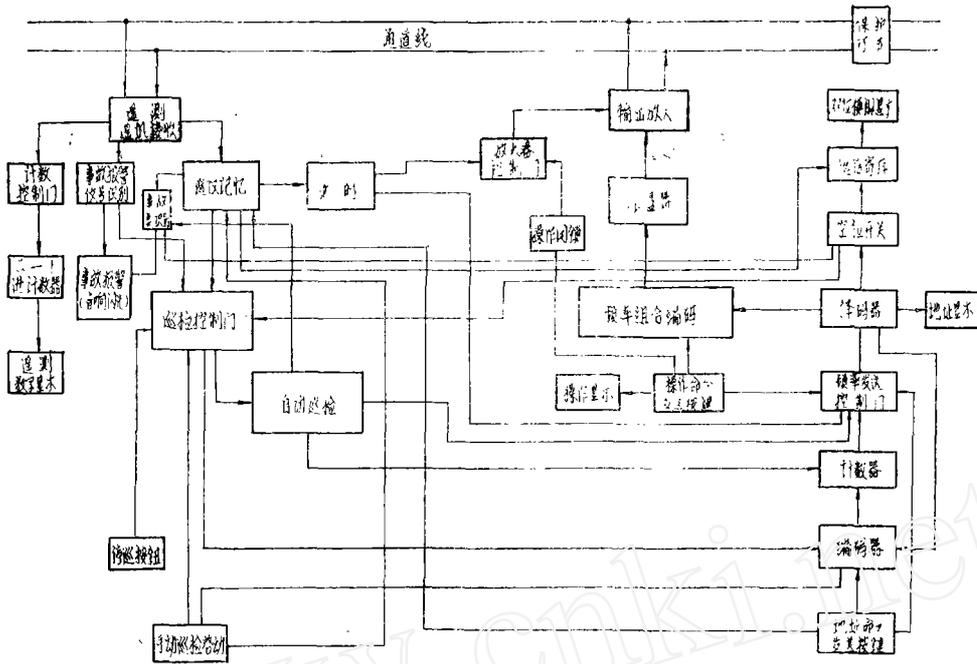
调度端:  $600\times 1000\times 400$

操作台:  $1300\times 1100\times 800$

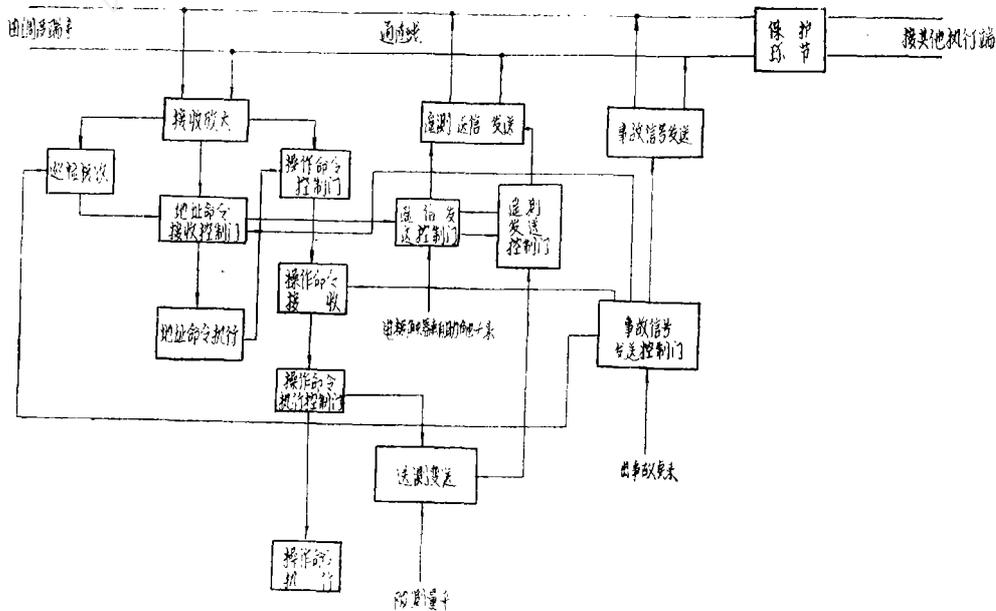
执行端:  $550\times 220\times 400$

## 三、总框图:

调度端方框图



执行端方框图



四、主要环节简介:

(一) 装置的基本逻辑单元:

装置采用负逻辑, 即低电平 (0~2.5V) 作为“1”, 高电平 (17~24V) 作为“0”。

“或非门”构成基本逻辑, 双电源 (+24V、-6V) 供电。

装置的基本逻辑单元包括: 或门、与门、记忆元件、延时元件、单稳态触发器、双稳态

触发器、计数器、译码器、寄存器等。

(二) 频率发送环节:

1、频率的划分: 划分的原则是: 通道上同时存在的各种频率(包括其二、三次谐波)的各种组合的和频、差频应不落在其他任何一个工作频率上。

考虑到上述原则同时结合音叉的加工工艺方便我们按:

$$f_n = 1850 + 100(n - 1) \text{ 划分。}$$

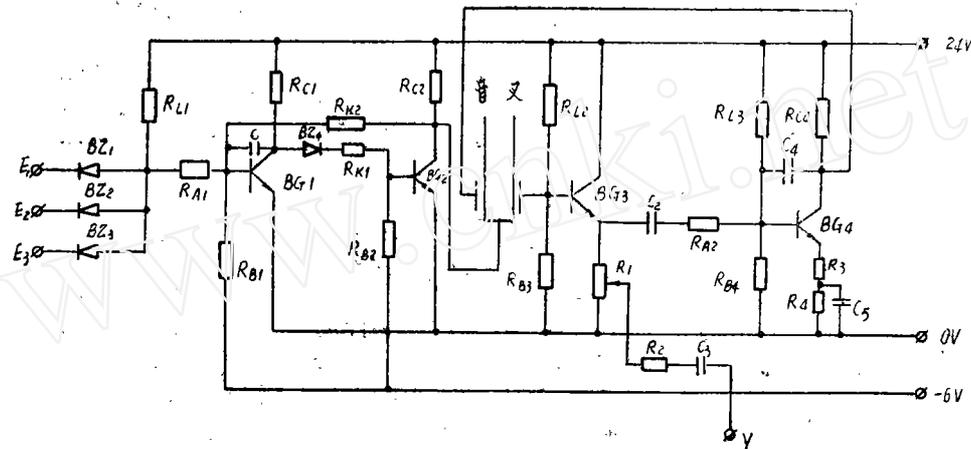
即装置采用的九种不同频率分别为:

$$f_1 = 1850\text{Hz}; f_2 = 1950\text{Hz}; f_3 = 2050\text{Hz};$$

$$f_4 = 2150\text{Hz}; f_5 = 2250\text{Hz}; f_6 = 2350\text{Hz};$$

$$f_7 = 2450\text{Hz}; f_8 = 2550\text{Hz}; f_9 = 2650\text{Hz}。$$

2、压电音叉振荡器。



压电音叉振荡器是本装置的核心部件, 它由无触点控制开关, 压电音叉和两级交流放大器构成。只有当控制开关任一输入端有“1”信号输入时, 音叉中间臂与 0 V 接通, 振荡器才起振。

当音叉中间臂电源接通时, 贴于音叉两臂的压电陶瓷片受到电压, 由于压电效应, 便产生一机械力, 使音叉两臂受力而产生振荡, 这时, 这一振动又反过来给压电陶瓷片一压力而产生电压, 经两级电压放大后, 正反馈加于音叉臂的压电陶瓷片上, 从而大大加强了音叉的振动。如此周而复始, 循环不已, 由于晶体管的非线性, 限制了振荡振幅的无限增加而最终达到一平衡状态, 在一定的条件下振荡频率决定于音叉的机械固有振荡频率。由于第二级放大器的波形充分饱和, 所以, 当温度、电源电压等而引起的振荡器停振现象可不必考虑。

音叉的振荡频率取决于其几何尺寸, 而与其臂厚成正比, 臂长之平方成反比。

$$\text{即按: } f = \frac{\alpha_m^2}{4\sqrt{3}\pi} \cdot \frac{b}{l^2} \sqrt{\frac{E}{\rho}}$$

$$= 0.162 \cdot \frac{b}{l^2} \cdot \sqrt{\frac{E}{\rho}}$$

式中: 对于片持梁  $\alpha_m = 1.875$ 。

E——材料弹性模数。

$\rho$ ——材料密度。

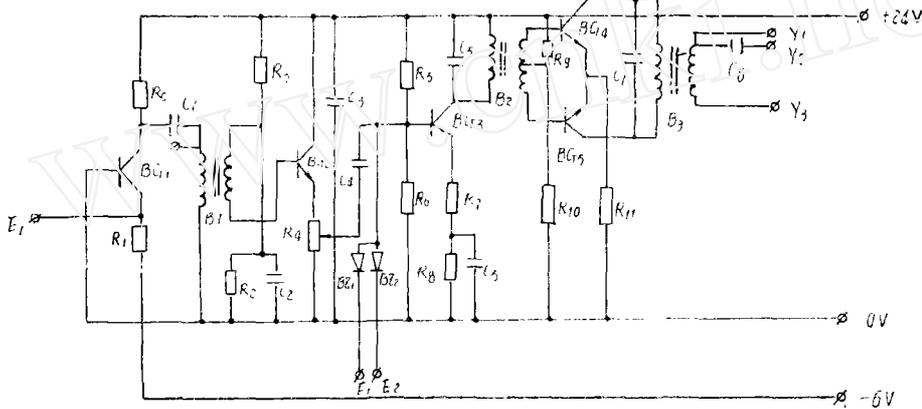
采用镍铬钛钢3J58制成的音叉，其机械Q值高，频带很窄，故尽管音叉的输入端的驱动是一个矩形波，而输出却是一个很好的正弦波。

在音叉振荡器接通电源的瞬间，由于压电陶瓷片上受到突然的电压冲击，可能使压电音叉强制地振荡在高于基频6~7倍的频率上，即所谓寄生特性（泛音），这是整机所不希望出现的，为了克服这种现象，除在机械加工时，保证音叉两臂之对称度（平衡）外，在振荡回路中引入了负反馈电容 $C_4$ ，抑制高频的放大。

由于音叉材料采用恒弹性系数之精密合金钢，这种材料之频率温度系数很小 $\frac{1}{f} \cdot \frac{df}{dT} \leq \pm 5 \times 10^{-6}$ ，尽管压电陶瓷片之温度系数在 $10^{-4}$ 级，但只要注意音叉的热处理温度，选择合理的配合，压电音叉的频率温度系数可做到 $10^{-5}$ 级。

### 3、群放大器：

装置的九种不同频率的压电音叉振荡器输出经由它放大后送至通道，它由共基极的过渡放大器及推挽功率放大器组成。

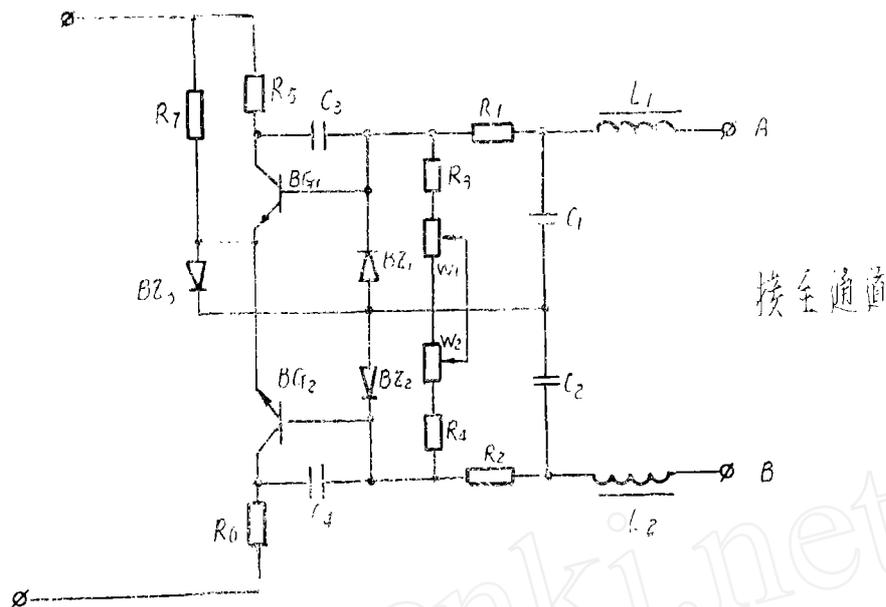


因所有压电音叉振荡器输出并接在群放大器输入端，故若输入级采用共射极电路，将使音叉间发生严重的影响，即一个音叉的输出将同时串入其他音叉中，而真正送到放大器的讯号将是微弱的，故输出幅度衰减，同时当一个音叉工作时，其他不工作的音叉则可看成是它的负载，而这一负载又具有非线性，这就造成波形的失真，鉴于此，输入级我们采用共基极输入电路作为过渡放大器，并加强音叉间的隔离，由于共基极电路的输入阻抗最小（仅几十欧姆），故当各音叉输出端串接10K $\Omega$ 电阻后，讯号将大部份通过过渡放大器，而其他各音叉则因为阻抗大得多而很少串入。

功率放大为一般推挽放大线路。

### （三）极性鉴别环节：

由于装置的通讯以直流极性及其脉冲宽度划分，故调度端以极性鉴别环节来区分直流极性，线路如下：



$L_1C_1$ 、 $L_2C_2$ 构成低通滤波器，用以阻止较高频率的音频选并，操作信号串入。

极性鉴别环节由 $BG_1$ 、 $BG_2$ 两个互为反接的电路构成。以鉴别所接收的遥信的直流极性，当遥信是正极性（通道A线为正，B线为负）时，电流主要按 $A \rightarrow R_1 \rightarrow BG_1$ （ $b \rightarrow e$ ） $\rightarrow BZ_3 \rightarrow BZ_2 \rightarrow R_2 \rightarrow B$ ，于是 $BG_1$ 导通，输出“1”；反之，当遥信极性为负时，则电流主要按 $B \rightarrow R_2 \rightarrow BG_2$ （ $b \rightarrow e$ ） $\rightarrow BZ_3 \rightarrow BZ_1 \rightarrow R_1 \rightarrow A$ ，此时 $BG_2$ 导通，输出“1”，而在无遥信时， $BG_1$ 、 $BG_2$ 均截止，输出“0”，这样便起到鉴别遥信极性的作用。

线路中 $BZ_3$ 、使 $BG_1$ 、 $BG_2$ 发射极电位提高0.7V左右，使截止管基极保证一负偏压，从而可靠截止，而电阻 $R_3$ 、 $R_4$ 电位器 $W_1$ 、 $W_2$ 用以调节放大器之灵敏度。

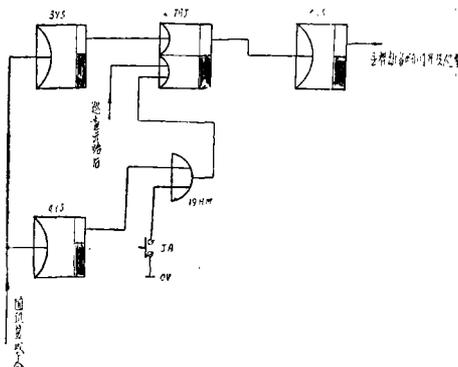
#### （四）脉冲宽度鉴别环节：

由时间元件3YS、4YS、5YS，记忆元件7HJ、或门19HM、解除按钮JA构成。

各时间元件的整定值按下述原则确定：

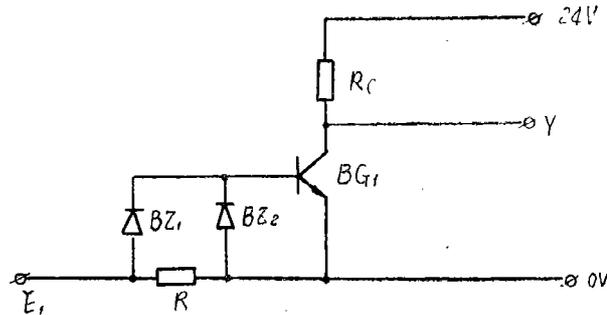
$3YS < t_{min}$ 、 $4YS > t_{max}$ 、 $5YS > 4YS - 3YS$ （式中 $t_{min}$ 为脉冲宽度下限值， $t_{max}$ 为其上限值）。

由原理图看出，若信号脉冲宽度小于3YS延时，各元件不动作；而当信号长于4YS时，则3YS输出“1”，7HJ记忆，启动5YS，但之后，4YS动作，去解除7HJ，因5YS延时大于4YS-3YS，故5YS没有输出而返回。只有当信号脉冲宽度大于3YS延时而小于4YS延时，3YS动作，7HJ记忆，4YS启动但没有输出而返回，于是7HJ不被4YS解除，5YS延时输出1，启动报警。JA为解除按钮。



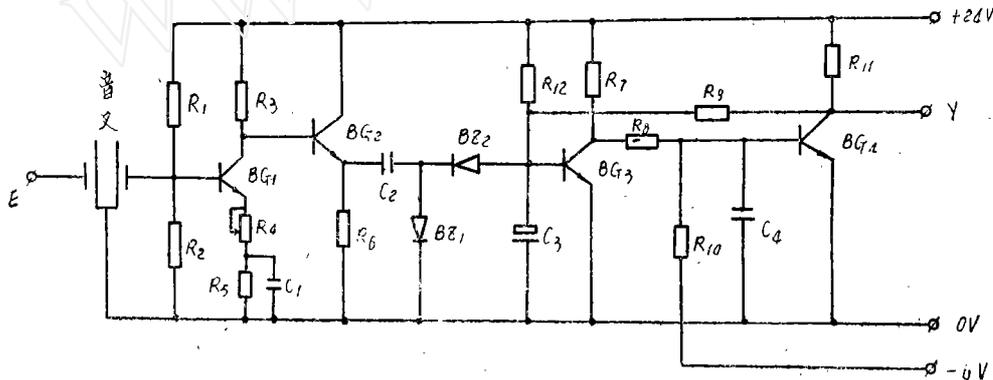
### (五) 操作闭锁环节:

为了确保不致同时发出两种操作命令, 装置除按键具有机械互锁结构外, 尚设有防止多重选择的电气闭锁环节, 即:



当仅一个操作命令时, 流过  $R$  的电流为  $I$ , 合理选择  $R$  值, 使  $BG$  截止, 输出“0”; 而当同时有两个或两个以上操作命令时, 流过  $R$  的电流为  $2I$  或以上, 这样  $R$  上的压降倍增, 使  $BG_1$  基极电位提高而导通, 输出“1”, 去闭锁操作命令发送。

### (六) 选频元件:



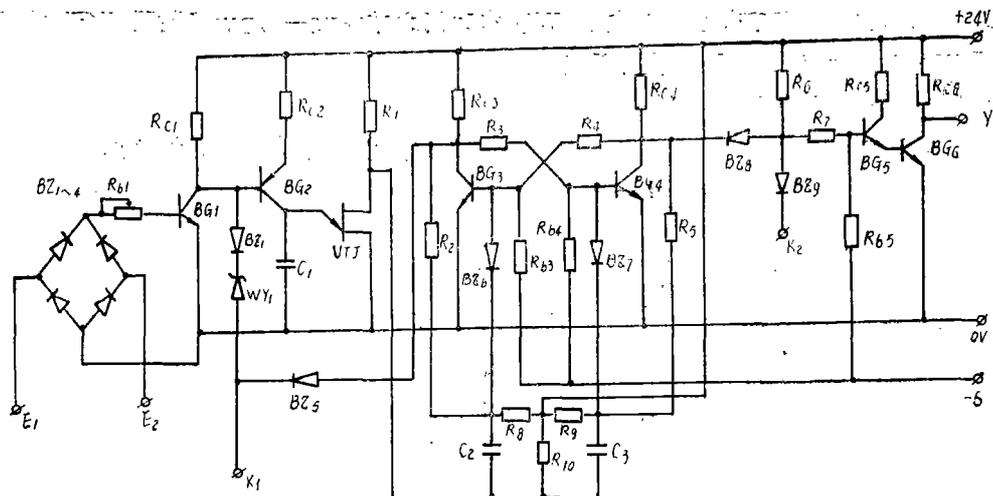
由谐振元件、放大回路、倍压整流电路、鉴幅器几部份组成。

为了提高装置的可靠性, 选用了音叉作为谐振元件;  $BG_1$ 、 $BG_2$  构成两级交流放大, 为了降低输出阻抗, 采用了射极输出,  $R_4$  用以调整灵敏度。为了提高灵敏度, 采用了以  $C_2$ 、 $BZ_1$ 、 $BZ_2$ 、 $C_3$  构成的倍压整流电路, 鉴幅器由一具有从优位置的双稳态触发器构成。

当输入端  $E$  接收的音频信号与音叉固有频率谐振时, 输出最大, 经放大后, 整流, 使  $BG_3$  基极电位变负, 从而  $BG_3$  截止,  $BG_4$ ,  $Y$  端输出“1”。而在非谐振频率时, 由于输出小, 尽管经过两级放大, 整流后仍不致使  $BG_3$  截止,  $BG_4$  仍输出“0”。

### (七) $U-f$ 变换器:

$U-f$  变换器由压控振荡器、整形电路、放大电路三部份组成。将经变换器变换后的被测量 ( $0-5V$ ), 变换成频率然后整形放大输出。



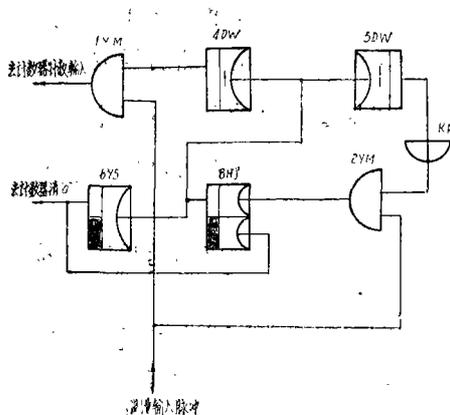
BG<sub>1</sub>、BG<sub>2</sub>、UJT、C组成压控振荡器，被测电压经BG<sub>1</sub>放大后作用到BG<sub>2</sub>的基极，控制BG<sub>2</sub>对电容器C的充电电流，只要合理选择BG<sub>1</sub>、BG<sub>2</sub>的工作点及C的大小，可以得到U—f的较好的线性度。

UJT输出为尖脉冲经双稳态触发器整形后再经放大级BG<sub>5</sub>、BG<sub>6</sub>输出。

K为控制端，当K为“1”时（0V）压控振荡器停振，稳压管WY<sub>1</sub>是使当K的“0”信号电位不够高时，不致影响BG<sub>1</sub>、BG<sub>2</sub>的工作点变化。

#### （八）遥测接收线路：

装置采用简易数字遥测系统被测量经U—f变换后，单位时间内的脉冲个数即表示被测量的大小，故遥测接收线路只要测出一定时间间隔内的脉冲个数，然后显示成十进制数码量即可。线路如下：

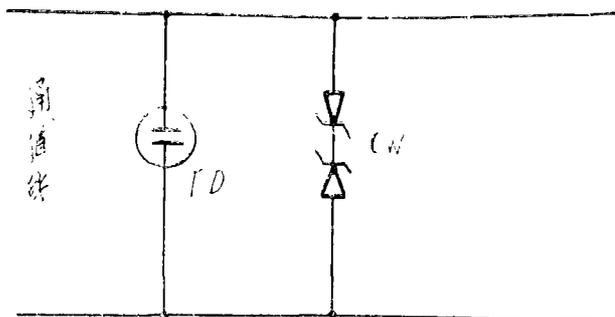


被测量输入至与门2YM，因这时单稳输出为“0”，经KF倒向，故2YM输出“1”，使8HJ记忆，使4DW、5DW、6YS启动，单稳4DW动作，输出一个定宽脉冲，在这单稳的动作时间内，与门1YM条件具备，其输出去计数器计数输入，使计数器计数，然后译码显示为十进制数码量；单稳5DW动作，也输出一个定宽脉冲，使与门2YM条件破坏，去除记忆元件8HJ的记忆输入；延时元件6YS延时 $t_{6YS}$ 后，输出“1”，去计数器清0和解除8HJ记忆，5DW复原后，2YM条件具备，又使8HJ记忆，重复上述过程。显而易见，4DW的动作

时间 $t_{4DW}$ 即测量时间, 6YS的延时与4DW动作时间之差 $t_{6YS}-t_{4DW}$ 即数码显示的保留时间, 5DW的动作时间 $t_{5DW}$ 即测量的周期。

### (九) 过电压保护环节:

为了防止雷电感应过电压的危害, 装置通道入口处设有保护环节。线路如下:



FD为低压放电管R70, (其直流放电电压为70—90V), CW为稳压管, 因雷电冲击波上升时间很快, 在 $1\sim 2\mu s$ 内就升至 $U_{max}$ 而以后以较慢速度降至 $U_{max}/2$ , (约 $40\sim 50\mu s$ )而放电管R70的放电时间从试验情况看来约有 $20\mu s$ 延时, 为此采用并联两只对接的稳压管以弥补R70放电延时较长的不足。

### 五、动作原理简介:

#### (一) 命令发送与接收:

命令发送分两步进行, 先发地址指令(对象选择指令)待收到回讯后, 再发操作指令。

地址指令经对应的地址按键, 二极管编码器至五位计数器编译成相应的二进制代码, 然后经频率发送控制门, 译码器译成对应的地址指令。通过对计数器计数输入的控制, 实现地址指令的自动顺序步进。

地址指令一方面控制了以二极管矩阵构成的频率组合编码环节, 将每条地址指令变换成对应的两种音频讯号, 使对应音叉振荡器起振, 然后经放大输出。由于装置采用了 $C_8 - \frac{8(8-1)}{2} = 28$ 的组合方式, 故装置地址指令的容量为28个。

为了提高运行操作的准确性和直观性, 装置将拟发送的地址指令的序号用投影显示器显示出来。

另一方面, 地址指令将“1”信号送至对应的通讯寄存器的动态与门的准备输入端, 以备接收回讯。

与地址指令对应的不同频率的两种音频讯号经通道传至执行端, 经接收放大后, 对应执行端的音叉选频元件谐振而动作。为了抗干扰, 设有延时元件, 地址指令经延时接收后, 开通遥信发送控制门, 发送遥信信号, 遥信信号以极性特征划分。

返送至调度端的遥信信号经放大、整形极性鉴别后, 至遥信记忆环节, 经延时后去封锁频率发送控制门, 中断地址指令频率。执行端遥信发送控制门在地址指令频率中断后执行, 从而打开操作命令控制门, 为下一步接收操作指令作好准备。同时, 遥信记忆环节将脉冲信号加至通讯寄存器的动态与门的触发输入端, 校核双位模拟显示。这时可进行操作指令发送。

操作指令经操作按键去控制频率组合编码环节, 发送操作指令, 为了节省频带和元件,

操作指令公用地址指令的全套频率发送元件，只是以每一种单一频率表示一条操作指令而已。

被选控的执行端在收到操作指令后，可执行遥控（开、停）和召唤遥测。

在执行遥控命令完成后，执行端将变位后的遥信再返回调度端，按前述过程将双位模拟显示变位，使之与被控对象状态对位显示。

#### （二）遥测发送与接收：

遥测采用脉冲频率制，数字显示。容量为：召唤遥测三路。

当进行遥测时，只要发送相应的地址指令及操作指令，被控执行端与其对应的U—f变换器的控制端开启，压控振荡器起振，将被测量的电压输入变换成与其成正比的低频方波（0—100Hz）然后经通道送至调度端。调度端的遥测接收环节收到这一低频方波后，周期性地启动计数控制门，经二十进制计数器，译码显示电路，以十进制数码显示出被测量数值。

考虑到某些运行单位的习惯，装置还备有模拟显示。

因电流遥测是开泵后的必须操作项目（对井群控制而言），故为了简化程序，装置将电流遥测与开回讯合而为一，这样，只要起动自动查巡，调度端五位计数器自动步进，依次逐个召唤执行端，将被测量逐一测量显示，实现了电流量的自动巡回检测。

#### （三）事故报警与自动巡查：

当被控对象发生非遥控变位、停电、以及其他如温升过高等事故状态时，事故信号控制门开启，向通道发送一个定宽单脉冲的事故信号。同时去封锁地址指令接收控制门，体现遥信优先处理。

事故信号的定宽单脉冲经事故报警识别环节的鉴宽回路检出，发出闪光信号及变频音响，以示告警。与此同时，开启巡检控制门，启动自动巡检，向执行端发送巡检指令（特定频率 $f_0$ ）。巡检即对全部对象自动逐个依次召唤遥讯一次，且从第一号对象开始，第一号对象收到地址指令和巡检指令后，若无事故则送回信，并经延时后复位。当调度端收到回讯后，自动进位，召唤第二号对象，如此类推。若为短巡，则巡至第28号对象后自动复位而终止；若为连巡，则巡至第28号对象后又重复巡第一号……，周而复始，循环不已。当巡至某对象，若收不到回信，则自动示警，表示该对象已发生事故变位，电源中断或其他事故。然后再手动启动巡检，继续进行巡检，直至巡完全部对象。

装置设有快巡、慢巡转换开关，可根据需要改换巡检速度。

每个对象设有一个“空位”开关，当该对象因检修等原因而退出运行时，自动巡检时可借此而自动越位。

装置设有手动巡检按键及停巡按键，以备进行电流的巡回遥测和被控对象的查讯，当巡回遥测时，若对某对象需重点观测时，可按“停巡”按键，即可在该号对象中止巡检。

#### （四）通讯联系：

装置附有改装的磁石式电话机一套（各执行端公用一只携带式的），在进行检修及调试时可进行电话联系。