

PS-25 型 數字頻率計說明書

北京無線電實驗廠

目 录

一、概 述.....	(1)
二、技术指标.....	(2)
三、工作原理.....	(5)
四、电路组成.....	(9)
五、使用说明.....	(13)
六、维 修.....	(17)
七、各单元元件表.....	(22)
八、线路图	
整机方框图	
输入通道 A	
输入通道 BG	
闸门指示电路	
倍频电路	
时基选择电路	
控制电路	
分频电路	
1 MH ₂ 计数电路	
10MH ₂ 计数电路	
电 流	
振荡电路	
恒温控制电路	

PS-25 型数字频率计使用说明书

一、概 述

定义及用途

PS-25 型数字频率计是一种晶体管化的数字式测量仪器，以适当的逻辑电路使一套电子计数器在预定标准时间内累计待测输入信号，或在待测的时间间隔内累计标准时间信号的个数来进行频率测量和时间测量，并以数字显示其结果。



本仪器有以下用途：

- (1) 测量频率；
- (2) 测量时间间隔（单线输入）；
- (3) 测量时间间隔（双线输入）；
- (4) 测量周期或多倍周期；
- (5) 测量二频率的比值或多倍频率比值；
- (6) 在外部给定的起动信号及停止信号的时间间隔内，累计外部输入信号的个数；
- (7) 累计输入信号的个数；
- (8) 输出不连续点的标准频率及标准时间脉冲；
- (9) 以10为系数，将输入信号分频；
- (10) 输出二进制编码，供打印机、打孔机、磁带机记录，亦可输入计算机处理。

主要特征

(1) 全部电路采用了晶体管小型元件，印刷电路及积木单元，并且采用了大印制电路板代替复杂的整机连线线架，使整机走线简化，检验，维修方便。

(2) 实现了数字化，数字之间有小数点自动定位，数字之后，有读数单位指示，使用

者无須換算，即可獲得全部結果，儀器內有準確的定時信號，從而消除了一般測試儀器的刻度誤差和讀數誤差，大大提高了測量精確度。

(3) 一次測量完成，自動復位至準備狀態，並自動進行下一次測量，必要時也可人工復原。

(4) 數字的顯示採用記憶電路，即在第二次測量時，將第一次測量所得數據“記憶”下來，直到第二次測量完成，顯示值才變為新的讀數。這樣在讀數時，就不易造成視覺疲勞，更主要的是提高了採樣速度，以提高儀器的使用率，用“記憶”顯示檔測量頻率漂移特別適宜。如果不需要時，也可以用“不記憶”檔。

(5) 儀器採用鋁型材結構，加工方便，宜於組裝。儀器機箱符合四機部標準 SJ1 40—65，加安裝邊後，可裝入國際公用的 19 吋標準機架。

二、技術指標

輸入波形

1. 正弦波:

表一

輸入端	輸入頻率範圍		輸入幅度範圍 (有效值)	
	下限	上限	下限	上限
A	10Hz	10MHz	100mV	30V
B、C	1Hz	1MHz	500mV	30V

2. 脈沖波:

表二

輸入端	重複頻率	正脈沖 寬度	負脈沖寬度	
			$\leq 100\text{KHz}$	$> 100\text{KHz}$
B、C	$\leq 1\text{MHz}$	$\geq 0.5\mu\text{s}$	$\geq \text{周期}/10$	$\geq 0.5\mu\text{s}$

在輸入幅度峰到峰 1V 時，進行測量。

3. 調幅波:

表三

輸入端	載波頻率 (上限)	輸入幅度 (有效值)	調制頻率	調幅度
A	10MHz	$\geq 200\text{mV}$	1KHz	$\leq 40\%$

表 1、2、3 中所述各輸入信號中均不應包含足以引起錯誤計數的寄生、雜散信號及過度的波形畸變。

以下各條所述有關項目的測量和試驗時輸入至各輸入端的信號，其頻率範圍波形、幅度範圍等，均應符合表 1、2、3 之規定，因此下面各條中無特殊需要就不再重複說明。

輸入阻抗

在各相應輸入衰減器調在衰減量最小位置時，

表四

輸 入 端	R	C
A	$\geq 1\text{M}\Omega$	$\leq 25\text{pf}$
B、C	$\geq 100\text{K}\Omega$	$\leq 50\text{pf}$

晶体振荡器频率稳定度 当接通晶体振荡器电源，經預热時間后，应符合下表条件：

表五

預 热 时 間	标 称 頻 率	頻 率 稳 定 度 (以 $20^{\circ}\pm 5^{\circ}\text{C}$ 为基准)	附 加 溫 度 誤 差 (以 $20^{\circ}\pm 5^{\circ}\text{C}$ 为基准)
1 小时	1MHz	$\leq 2 \times 10^{-7}/24\text{小时}$	$1 \times 10^{-8}/^{\circ}\text{C}$

显示、复原

本仪器用七位在同一水平线上的数码管显示讀数，数字之間有小数点自动定位，数字之后有讀数单位表示。

显示“記憶”“不記憶”两种情况。

仪器工作时可自动或手动复原。

自动复原：显示時間大約由0.5S~10S范围内連續可調。

人工复原：掀人工复原掀鍵，显示時間可人为控制。

測量頻率 被测信号 f_A 由A端輸入，測量范围10Hz~10MHz。

測量精确度：晶体振荡器频率稳定度 ± 1 个数字。

閘門時間：1mS；10mS；0.1S；1S；10S。

注： $\pm$ 一字在不同閘門時間档有不同含义：如“1mS”档 ± 1 个数字相当于1KHz，而在“1S”档仅相当于1Hz，以下各项指标， ± 1 字类同此意。

单线輸入測量脉冲時間间隔 被测信号 f_B 由B端輸入当 f_B 的脉冲前沿小于1 μ S时，

測量精确度：晶体振荡器频率稳定度 ± 1 字。

时标信号：0.1 μ S、1 μ S、10 μ S、0.1mS、1mS。

測量范围：1 μ S~9999999mS。

双线輸入測量脉冲時間间隔 由B端輸入启动脉冲 f_B ，C端輸入停止脉冲 f_C ，当脉冲前沿小于1 μ S时，

測量精确度：晶体振荡器频率稳定度 ± 1 字。

时标信号：0.1 μ S、1 μ S、10 μ S、0.1mS、1mS。

測量范围：1 μ S~9999999mS

注：当时标信号为0.1 μ S时，測量精确度为：

BC通道的相差+晶振頻率稳定度 ± 1 字。

測量周期及多倍周期

測量范围：1Hz~1MHz

測量精确度：正弦波，晶体振荡器频率稳定度 $\pm f_B$ 轉換誤差/倍乘率 ± 1 字。

时标信号：0.1 μ S、1 μ S、10 μ S、0.1mS、1mS。

周期倍乘：可得 $\times 1$ 、 $\times 10^2$ 、 $\times 10^3$ 、 $\times 10^4$ 倍之周期讀数。

*注：当 f_B 为正弦波时， f_B 轉換誤差 $\leq 0.3\%$ ，这主要是因为被测的正弦信号轉換为脉冲时，脉冲形成级存在着触发电平的漂移而造成的。

测量频率比 由 A 端输入 f_A , B 端输入 f_B 。

测量范围: $f_A/f_B = 1/1 \sim 9999999/1$

测量精确度: $\pm \frac{f_B \text{ 的转换误差}}{\text{倍乘率}} \pm 1 \text{ 字}$ 。

频率比倍乘: 可得 $\times 1$ 、 $\times 10$ 、 $\times 10^2$ 、 $\times 10^3$ 、 $\times 10^4$ 倍频率比读数。当 f_B 为正弦信号时, 其转换误差 $\leq 0.3\%$ 。

由 B 端输入起动信号 f_B , C 端输入停止信号 f_C , 累计 A 端输入信号 f_A ,

测量范围: 1—9999999 个数字。

测量精确度: 晶振稳定度 $\pm 0.3\% \pm 1 \text{ 字}$ 。

计数, 由 A 端输入信号

最大计数容量: 9999999。

当输入非周期信号时, 两相邻信号之间的最小间隔为 $0.1\mu\text{s}$ 。

当输入周期信号时, 应满足表一、二、三。

外接标准频率

(1) 输入频率: 同本仪器晶体振荡器。

(2) 输入幅度: $\geq 1.5 \text{ V}$ (有效值) ($R=510\Omega$, $C=100\text{pf}$)。

(3) 输入波形: 正弦波。

产品的输出信息:

1. 二——十进制编码输出幅度不小于 7 V。

2. 标准频率“1”——输出 1MHz 正弦波。

3. 标准频率“11”——输出 10MHz 正弦波。

4. 标准时间脉冲“1”——输出 1ms、10ms、0.1s、1s、10s, 标准时间脉冲 $\geq 6\text{V(P-P)}$ 。

5. 标准时间脉冲“11”——输出 1 μs 、10 μs 、0.1ms、1ms, 标准时间脉冲 $\geq 6\text{V(P-P)}$ 。

产品通电预热 1 小时后, 可在下述条件连续工作 8 小时。

环境温度: $-10^\circ\text{C} \sim +40^\circ\text{C}$

相对湿度: 80% (温度为 $+30^\circ\text{C}$ 时)

大气压力: $750 \pm 30 \text{ mmHg}$

供电电源 $50\text{Hz} \pm 0.5\text{Hz}$, $220 \text{ V} \pm 10\%$, 变压器初级经过改接后也可用 $110\text{V} \pm 10\%$, 交流市电。

产品功耗 为 100VA。

轮廓尺寸 $440 \times 450 \times 156 \text{ mm}$ 。

净重 13 公斤。

本仪器全套设备表

表六

品	名	单	位
1、数字频率计		台	1
2、测试电缆		根	6
3、电源线		根	1
4、连接插板		块	2
5、1A 熔丝管		只	2
6、使用说明书		本	1
7、产品合格证明书		份	1

三、工 作 原 理

PS-25 型数字频率计的基本工作原理是以适当逻辑使一套十进制计数器在预定标准时间内累计待测输入信号，或在待测的时间间隔内累计标准时间信号的个数来进行频率测量和时间测量。

频率 A 的测量 如图 1 所示

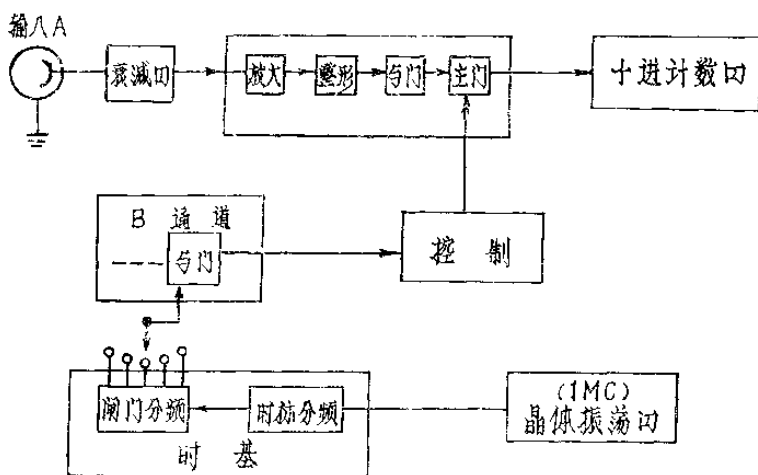


图 1

被测信号由 A 端输入经过 A 通道放大整形后变为矩形波，通过二极管与门后作用在主门的输入端，而由晶体振荡器基频按十进制分频得出的分频脉冲，经过时基选通门及 B 通道二极管与门去触发主控电路，经过主控电路适当的编码逻辑，便得到相应的控制指令，用以控制主门电路，从而选通被测信号所发生的矩形波至十进制计数器电路进行计数和显示。

其波形如图 2。

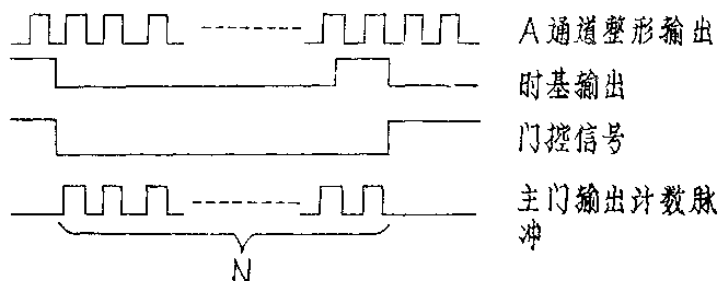


图 2

这样一来，单位时间 T 内，所计脉冲数 N 就是所测之频率 f_A ：

$$f_A = \frac{N}{T}$$

由于数字测量的断續性，被测信号在計数器中所記进的脉冲数可能有正一个或負一个脉冲的最大誤差。如图 3 所示。

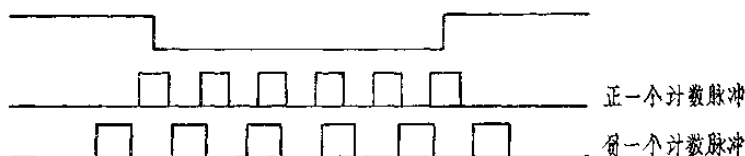


图 3

在不計其他誤差影响的情况下，測量精度为：

$$\delta_{(f_k)} = \frac{1}{N}$$

应该指出，測量頻率时所产生的誤差是由参数 N 和 T 所决定的，当单位時間內計数脉冲个数愈多时，精度愈高；当 T 愈稳定时，精度愈高。

由此可見，在頻率測量时，被测信号頻率越高。測量精度比被测信号頻率較低的高。 T 的稳定度可提高晶体振盪器的稳定度和分頻器的可靠性来达到。

周期 B 及多倍周期 B 的測量

被测信号从 B 端輸入，通过 B 通道放大，整形后变为矩形波，加至十进周期倍乘分頻器，(周期倍乘分頻器在 $\times 1$ 时为測周期，其余为多倍周期)經過时基选通門及 B 通道二极管与門触发主控电路，經過主控电路适当的編碼邏輯，便得到相应的控制指令。用以控制主門电路，从而选通从晶体振盪器，或經過时标选通門加来的分頻时标脉冲，或經過倍頻器加来的时标脉冲，其工作原理如图 4。

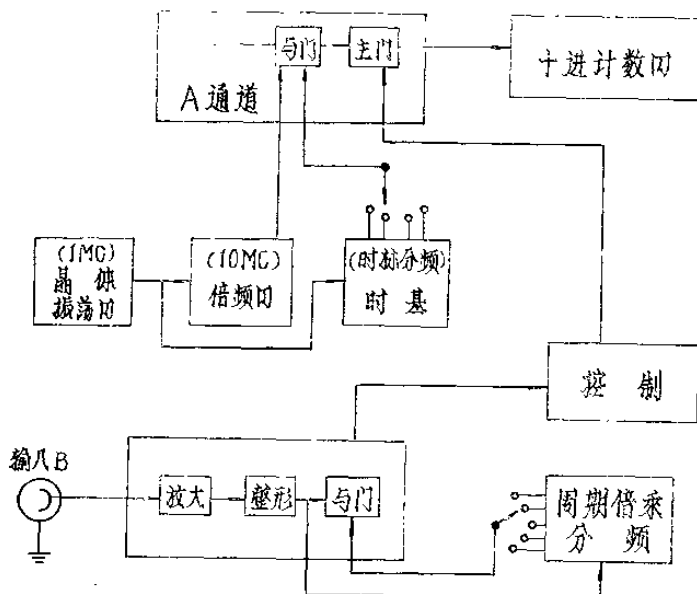


图 4

和测量频率一样，在不計其他誤差影响的情况下，测量精度取决于测量時間間隔內計数脉冲的个数 N ，即 $\delta(T_B) = \frac{1}{N}$

采用較高频率的时基 T 。或将被测信号的测量周期数增多，即增大测量時間間隔都可以达到增大 N ，从而提高测量精度，但是，测量周期动态誤差主要来源于輸入通道放大器、整形器的噪声，周期倍乘一方面可以将被测信号的测量時間間隔增大，另一方面可以按比例的减少上述动态誤差，所以在多倍周期测量时，精度相应提高。

由上可見，在作周期及多倍周期测量时，被测信号频率越低，测量精度越高。

其波形图如图 5。

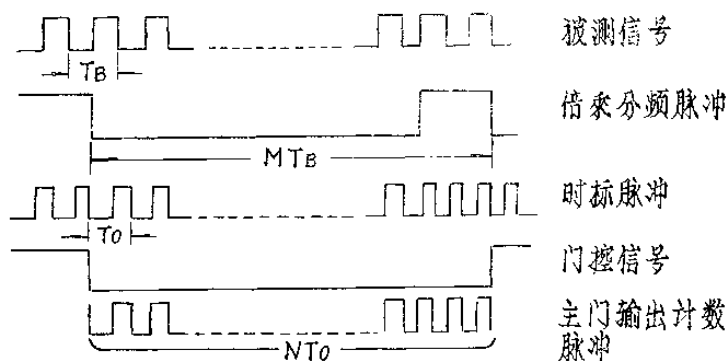


图 5

因为 $M T_B = N T_0$ 所以 $T_B = \frac{N T_0}{M}$

时间 B

测时间 B 的工作原理与测周期 B（倍乘在“ $\times 1$ ”档）时相同。

时间间隔 B-C 的测量

被测信号分别从 B 端和 C 端輸入，分别經过 B、C 通道放大，整形后变为矩形波，用 B 通道信号作为启动脉冲，C 通道信号作为停止脉冲同时加入門控电路，其余工作原理同时间 B 的测量。

其波形图如图 6。

T ，時間間隔內通过 N 个脉冲，故所测的脉冲宽度 $T_r = N T_0$ 。

频率比 A/B 的测量

被测信号分别从 A 端和 B 端輸入，并分别經 A 通道和 B 通道放大，整形后变为矩形波，从 A 通道得的矩形波作用在主門电路上，从 B 通道得到的矩形波作用在門控电路上，經过門控电路适当的編碼邏輯，得到相应控制指令，用以控制主門电路，从而选通从 A 通道所产生的矩形波至十进計数电路进行計数及显示。

在作频率比 A/B 的测量时，必須滿足輸入 A 通道的信号频率要大于或等于輸入 B 通道的信号频率。

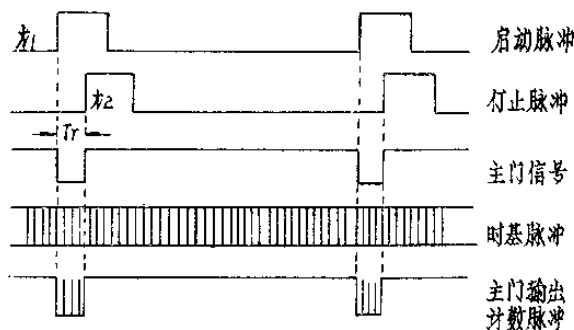


图 6

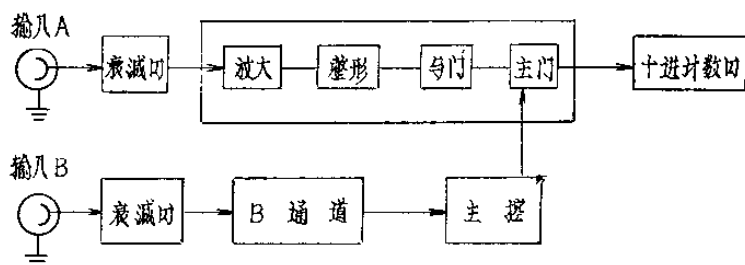


图 7

A/B-C 的测量

被测信号分别从 A、B、C 通道输入，并分别经过 A、B、C 通道放大，整形后变为矩形波，B、C 通道输出的矩形波分别作为启动、停止脉冲同时加入门控电路，其余工作原理与测量 A/B 相同。

计数

被测信号从 A 端输入，通过放大，整形后变为矩形波加在主门输入端，由于主门为一个负与门电路，所以当选通门另一端加负电压后，就选通被测信号所产生的矩形波，至计数器进行计数，计数脉冲可通过门控电路的手动或自动环节作清除。

自校 自校采用了与测频相同的工作原理。

将晶体振荡器基波频率按十进制分频得出的 1KC，至 1MC 时标，或将基频进行十倍频得出的 10MC 时标作为被测频率在仪器内部加入到主门电路一端上，而将 1KC 至 0.1 C 的时基信

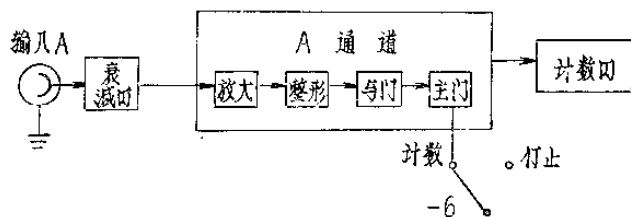


图 8

号加在門控电路上，經過門控电路适当的編碼邏輯，便得到相应的控制指令，用以控制主門电路，从而选通加入到主門一端的时标信号至計数器直接进行計数和显示。

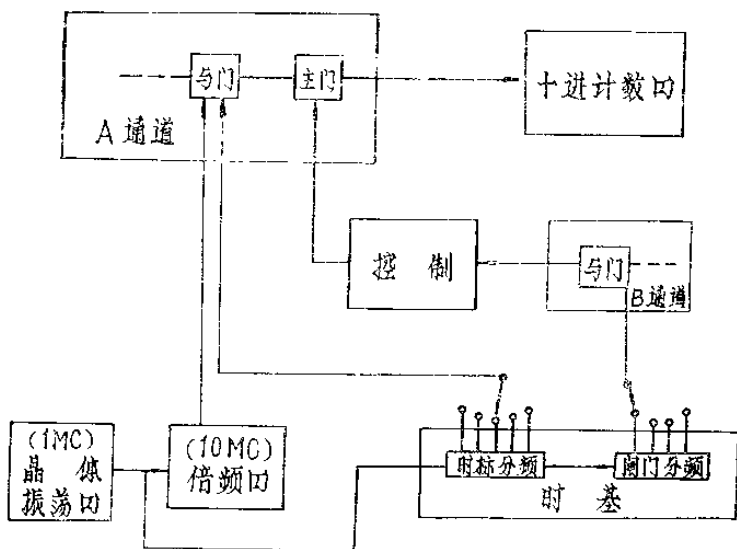


图 9

四、电 路 组 成

本仪器主要由五部分组成，即输入放大部分、計数器部分、时基部分、門控部分、电源部分。

输入放大单元

本仪器有A、B、C三个输入单元，它們的組成見整机方框图，其共同特点是由数级射极跟随器作为高阻抗輸入级，以减少对被测信号源的負載，而后经过放大，由“施密特”触发器形成脉冲。

B、C 輸入单元在脉冲形成之后加了一级倒相级，作为选择脉冲极性之用。最后的输出级在一些二极管“与門”的控制下，分别送出启动停止信号至控制单元第一双稳态触发器。

A 輸入单元在脉冲形成之后由二只三极管組成主閘門，经过主閘門将信号送至計数器，而主閘門的“开”或“关”受控制单元第一双稳态输出的門控信号控制。

各輸入单元的輸入端分別設有衰减器，以扩展輸入信号幅度的上限并可起到抑制杂波，随机信号的作用，A 輸入单元，还設有电平指示器，指示最佳輸入信号电平。

計数器单元

計数单元由七级計数器組成，各级計数器均由十进計数电路、記憶电路、譯碼显示电路三部分組成。

七级計数器的記憶、譯碼显示电路完全一样，仅計数部分的基本双稳态电路的分辨力不同。

计数部分输入不同序号脉冲后状态:

表七

輸入脉冲序号	各 级 右 管 状 态			
	I	II	III	IV
0(0)	0	0	0	0
1	1	0	0	0
2	0	1	0	0
3	1	1	0	0
4	0	0	1	0
5	1	0	1	0
6	0	1	1	0
7	1	1	1	0
8	0	0	0	1
9	1	0	0	1
10(0)	0	0	0	0

* (1) “1”截止

(2) “0”导通

(3) 分频单元各级状态与此相同。

计数器单元状态表 7

第一级 为10MHz计数器

第二—七级 为1MHz计数器

计数部分由十六进制转化为十进制采用了1、2、4、8编码制。1、2、4、8制数字信息从记忆电路输出,供打印,记录用。

计数器的方框图,各级状态波形,见图10.表7.图11。

记忆电路,也是由双稳态触发器组成。当射极跟随器BG37输入端接地时,BG22、BG23等二极管均处于反偏状态,双稳电路按计数器的逻辑同步工作进行计数,即处于“不记忆”状态;当BG37输入记忆指令时,双稳电路就处于“记忆”状态。

记忆电路后三级双稳触发器的输出至二极管矩阵输入端。当与高反压管基极相联的二极管均处于反偏状态时,基极就处于高电位,对应的二个高反压管之一就有可能导通。记忆电路第一级双稳触发器的输出分别接于高反压管发射极上,以达到控制奇、偶数的目的。例如:当计数器编码为“0”状态时,BG2、BG4、BG5均截止。因此,BG1的基极为高电位,发射极为低电位,BG1就导通,相对应的数字管辉光显示“0”,而其余九个高反压管均处于截止状态,相对应的数字均不辉光。

时基部分

时基部分,由晶体振荡器、闸门指示、分频器、倍频器、时基选择电路组成。

1. 晶体振荡器有石英振荡器及恒温器两部分:

石英振荡器部分振荡电路采用皮尔斯电路,即电容三点式振荡线路,并由自动增益控制电路来保证振荡器激励稳定和晶体管工作在线性放大区。

恒温器采用交流连续控制电路,借助热敏电阻RT作为控温元件,恒温槽工作温度由热

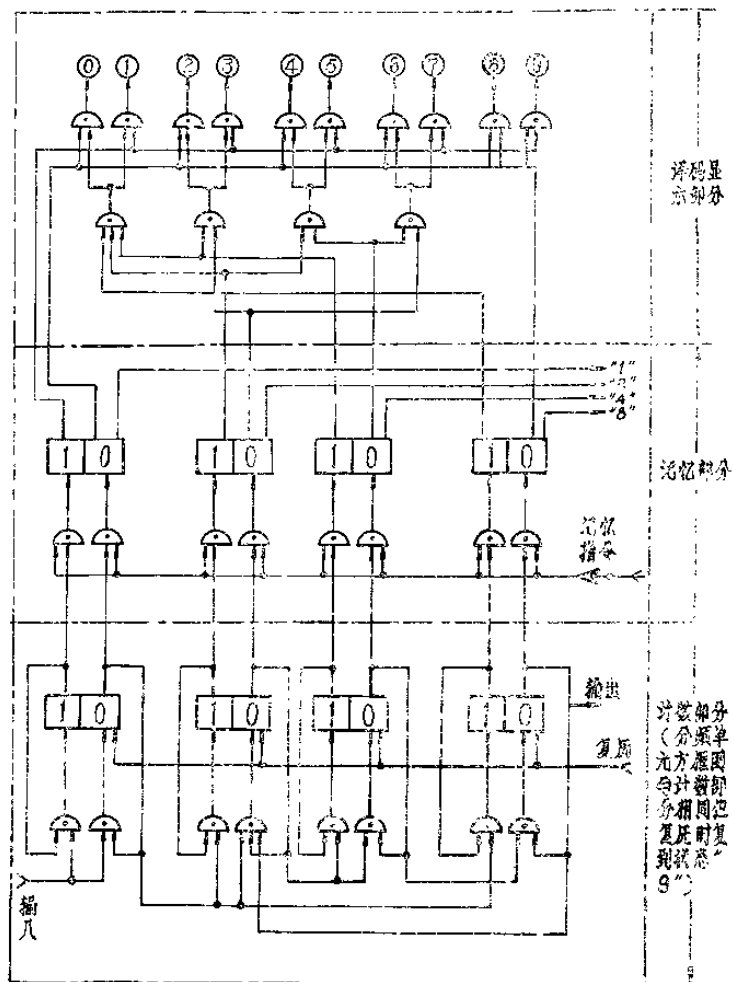


图10 计数器单元方框图

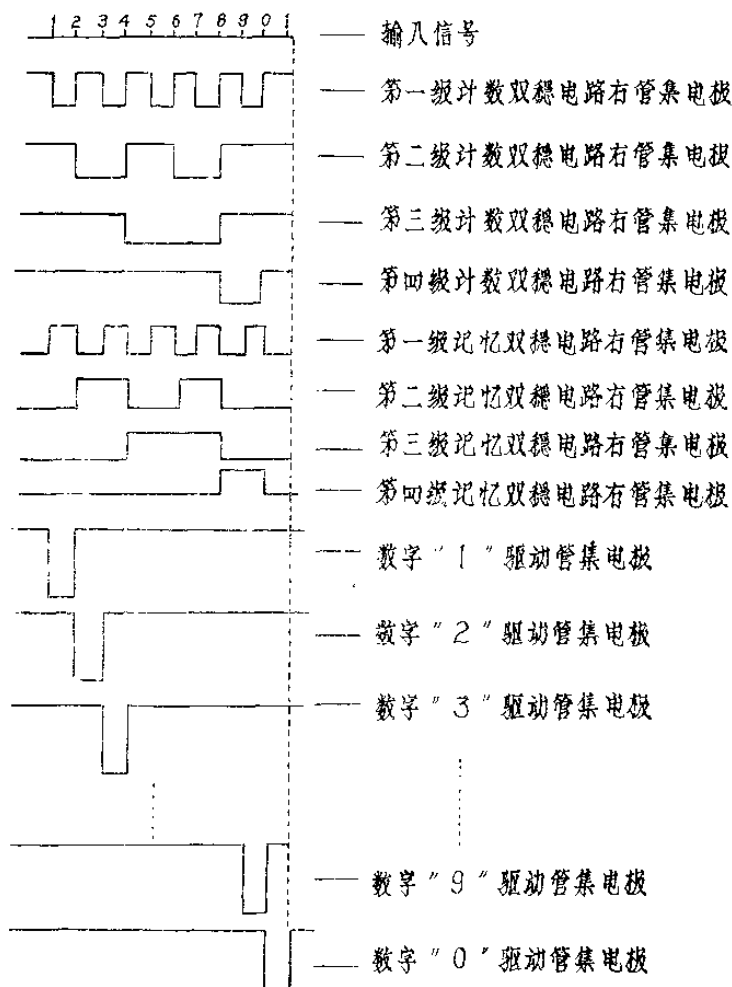


图11 计数器单元各级波形图

敏电桥阻值决定，当恒温槽冷却时，电桥不平衡，电桥输出电压经RC放大器、LC放大器放大，由倍压整流器整流后，经直流放大送到加热丝RH对恒温槽加热，随着温度上升，热敏电阻RT阻值下降，电桥不平衡性减小，因此加热功率随之减小，最后电桥平衡在某一温度上。

2. 闸门指示单元由施密特整形器将晶体振荡器输出的1MHz标准频率形成脉冲后，送入分频器。

3. 分频器采用了与1MHz计数器相同的线路（只是不要记忆，译码显示电路）。

4. 时基选择电路由一些二极管与门及放大器、跟随器组成。由“时标开关”控制相应的与门而输出1μS、10μS、0.1mS、1mS的时标信号。由“闸门时间”开关控制相应的与门

而輸出1mS、10mS、0.1S、1S、10S的閘門時間信號。在周期測量、頻率比測量時，又由時基選擇電路與後四級分頻單元組成倍乘系統，將被測信號進行分頻，“拉長”開門時間，讀數得以倍乘。

5. 倍頻器將由晶體振盪器輸入的1MHz標頻經過一級5倍頻電路，一級5MHz調諧放大器，再經過一級2倍頻電路及一級10MHz調諧電路，從而得到0.1 μ S的時標。

控制單元

控制單元的第一級雙穩態觸發器受B、C單元觸發，單綫輸入時起動，停止脈沖均來自B通道，雙綫輸入時則分別來自B通道和C通道。

第一級雙穩態觸發器被啟動，停止脈沖觸發而去控制主門的開和關，第二雙穩態觸發器在停止脈沖之後，受第一級雙穩態觸發器的觸發，立即將第一雙穩態觸發器閉鎖起來，使停止脈沖之後的輸入信號，均不能再觸發第一雙穩態觸發器，避免了主門的再次開放，保持所得之讀數。

同時，停止脈沖到來之後，第二雙穩態觸發器的翻轉，引起顯示時間單穩態的翻轉，而後顯示時間單穩態觸發器經過一段時間（即顯示時間）延遲去觸發復原單穩態觸發器，經過倒相和射極跟隨器送出復原信號，使各部分恢復至準備狀態，與此同時，輔助單穩態觸發器送出一個信號，使第一雙穩態觸發器額外多地閉鎖一段時間，以防止在測量短時間時，各部分還未完全恢復和復原好，第一雙穩態觸發器就被觸發而將主門又打開了，造成工作不可靠，如圖12中在復原期間的脈沖x就被輔助單穩態的負脈沖閉鎖掉了，記憶單穩態在停止信號之後送出一“記憶指令”信號至計數器“記憶”電路，使計數器中的記憶雙穩電路改變到新的狀態，這時就顯示一新讀數。

控制部分各級主要波形圖見圖12——控制單元時間關係圖。

五、電源：

整機電源輸出+200V， $\sim$ 1.2V，-9V，-6V，+6，+12V電壓。

當外接標準頻率信號時，振盪器及恆溫槽的電源被切斷，停止工作。

五、使用說明

一般方法

1. 注意：交流市電電壓如不是220V，而是110V，則應按圖13改變電源變壓器及由風扇輸入繞組的接綫，方可接通電源。

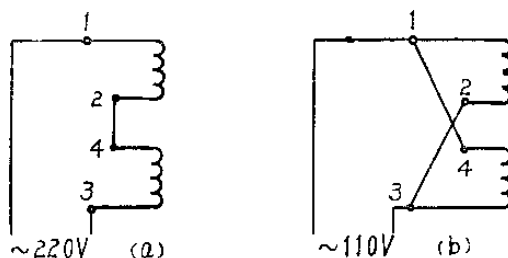


圖13

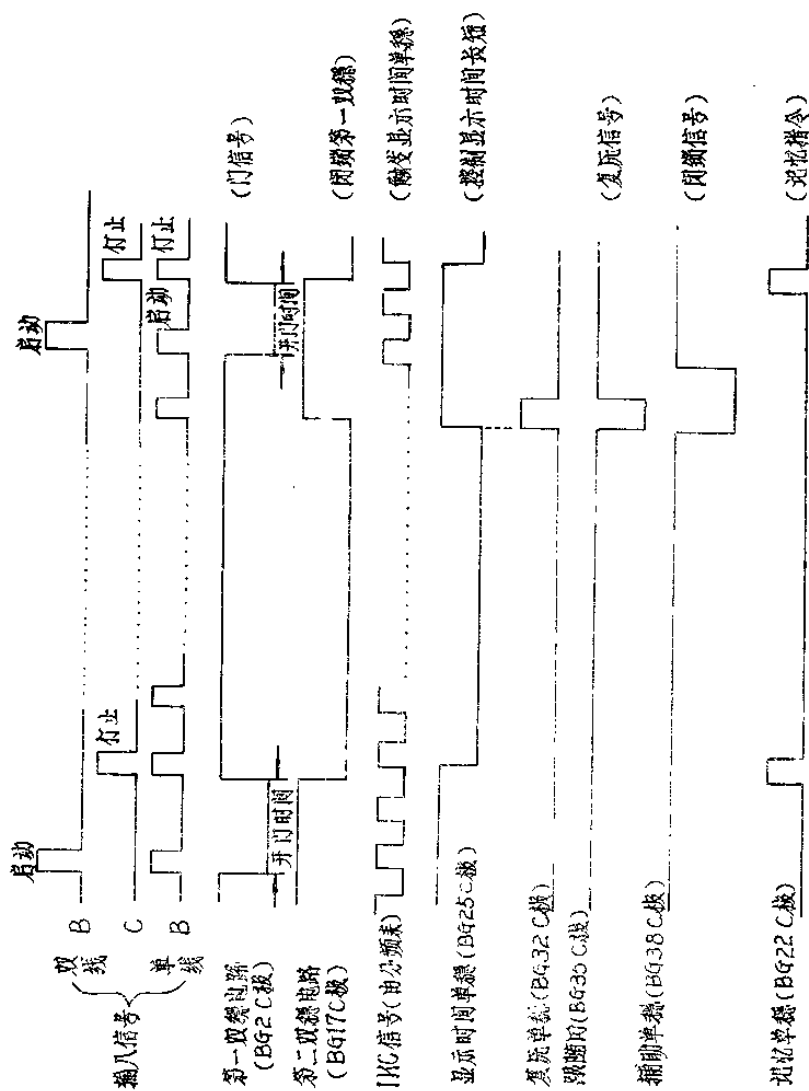


图12 控制单元时间关系图

2. 接通电源:

(1) 电源线插头插入电源插座后, 将面板左面“电源关”轉拨至“記憶”或“不記憶”档, 数碼管起輝, 表示整机电源接通。

(2) 将仪器背后的标准频率开关放在“内接标頻”位置, 面板上 Hf 指示灯亮, 表示晶体振荡器电源接通, 恒温槽开始加热, 预热 1 小时后, 可达到預定稳定度, 如果不要求精密测量, 预热时间可以适当縮短。

(3) 自校: 对分頻器, 計数器和其他部分的工作情况进行一次检查。

将工作选择开关拨至“自校”, 分別拨动“时标”和“閘門時間”开关, 讀数如表(八)所示 ± 1 字, 单位为 KHz 。

表八

读 数 时标开关	閘門時間	1mS	10mS	0.1 S	1 S	10 S
0.1 μS		0010000.	010000.0	10000.00	0000.000	000.0000
1 μS		0001000.	001000.0	01000.00	1000.000	000.0000
10 μS		0000100.	000100.0	00100.00	0100.000	100.0000
0.1mS		0000010.	000010.0	00010.00	0010.000	010.0000
1mS		0000001.	000001.0	00001.00	0001.000	001.0000

4. “显示時間”調节旋鈕: 順时針轉动时显示時間减小; 逆时針轉动时, 显示時間增长; 逆时針轉动至听到响声时, 显示時間由人工控制, 掀“人工复原”掀鍵才能复原。

5. “閘門指示”氖灯亮的时候表示主門打开, 若有信号, 計数器應該計数。氖灯熄灭表示主門关闭。

注意: 当开关時間很短时, 如小于 0.1mS , 氖灯是来不及起輝的。

6. “記憶”“不記憶”:

开关置“記憶”档时, 閘門指示氖灯亮的时候, 計数器的数字显示是上次取得的讀数直到閘門指示氖灯熄灭时, 才显示新的讀数, 因此在“記憶”档时数碼管不跳动, 而是随着氖灯一次熄灭而变为新的讀数(如果与原来讀数一样就不变动, 不应誤介为計数器出了毛病)。

註: 測量計数“A”时不能在“記憶”档工作。

开关置“不記憶”档計数时, 数碼管随之跳动, 显示時間由显示時間电位器控制每次复零位。

7. 注意一、各种情况下, 均应注意調节衰减器以便获得稳定正确的讀数。当被测信号由 B、C 輸入时, 应适当选择“+”“-”极性开关, 使之脉冲讀数較稳定。

注意二、輸入信号中不应包含足以引起錯誤計数的杂波, 随机信号或过度的波形畸变, 若被测信号輸出端含有較高的直流电平时, 应串联适当容量的隔直流电容, 以防损坏管子, 造成意外損失。

輸入信号同軸插头座应接触可靠, 并应事先将被測設備良好接地后再接入信号, 測試場所不应有强烈的电磁場干扰源, 否则易于造成偶然讀数不准, 甚至无法工作, 此时, 应查明原因消除之或多次讀数, 取其中准确可靠者。