



数字仪器线路选编

上 集

83
872

中国人民解放军京字183部队

数字仪器线路选编

上 集

(内部参考)

中国人民解放军京字183部队

一九七二年一月

说 明

为适应我国社会主义建设事业的需要，我们遵照伟大领袖毛主席关于“**洋为中用**”的教导，编译了这本《数字仪器线路选编》，供有关部门和人员参考。

本书以线路图为主，附以简要说明。上集包括几种有代表性的电压表、万用表和相位计；下集以频率计数器为主。

由于本书取材于资本主义国家的资料，所以不可避免地会带有夸大、吹嘘之处。虽然我们在编译过程中，注意了这一问题，但鉴于我们水平所限，难免仍有缺点、错误，请读者批评、指正。

毛主席教导我们说：“**一切外国的东西，如同我们对于食物一样，必须经过自己的口腔咀嚼和胃肠运动，送进唾液胃液肠液，把它分解为精华和糟粕两部分，然后排泄其糟粕，吸收其精华，才能对我们的身体有益，决不能生吞活剥地毫无批判地吸收。**”我们相信读者能够批判地接受其中有益的东西，破除迷信，解放思想，勇于创新，走自己工业发展的道路，在测试技术方面作出新贡献。在本书编译过程中，我们得到了北京无线电实验厂、中国科学院电工所等很多兄弟单位的大力支持和帮助，在此表示衷心的感谢。

编译者

1972年1月

目 录

LM1480.3 型数字电压表	(1)
附件 LM1219 型交直流变换器	(18)
DM2011 型数字电压表	(23)
TR-6515 型积分式数字电压表	(42)
附件一 TR-6016型高灵敏度前置放大器	(58)
附件二 TR-6017型高阻抗单元	(62)
附件三 TR-6026型电阻测量单元	(65)
附件四 TR-6046 型交直流变换单元	(69)
2805 型数字电压表	(72)
附件一 2831 型直流电压表单元	(84)
附件二 2832 型直流毫伏表单元	(87)
附件三 2833 型欧姆表单元	(92)
附件四 2835 型交流电压表单元	(97)
附件五 2836 型和 2839 型功率计单元	(100)
附件六 2837 型电阻负载单元	(103)
TR-6154 型和 TR-6155M 型数字电压表	(106)
DV-700 型数字万用表	(119)
524A3 型高精度数字相位计	(122)

LM1480.3型数字电压表

一、概 述

LM1480.3 型是一种逐次比较式五位数字电压表，其量程可自动转换。由于仪器的标度可以调整，而且还备有各种输入滤波器和六种工作方式，因此其用途较广。仪器可以接内部基准电源，也可以接外部基准电源。



二、技术性能

量 程

量	程	输 入 阻 抗	灵 敏 度
1	0~0.29999 V	$>20000\text{ M}\Omega$	$10\mu\text{V}$
2	0~2.9999 V	$>20000\text{ M}\Omega$	$100\mu\text{V}$
3	0~29.999 V	$10\text{ M}\Omega$	1 mV
4	0~299.99 V	$10\text{ M}\Omega$	10 mV
5	0~2000.0 V	$10\text{ M}\Omega$	100 mV

3 V、30 V 和 300 V 这三个量程可自动进行转换。仪器在 30 V 和 300 V 量程上，在 2 V 和 20 V 时自动地降量程；在 3 V 和 30 V 量程上，在 2.8 V 和 28 V 时自动地升量程。十进位小数点也是自动定位的。

精度

当温度为 $18^{\circ}\text{C}\sim 22^{\circ}\text{C}$ 时，量程 2~5，精度为士满读数的 0.0033% 士读数的 0.001%

当温度为 $10^{\circ}\text{C}\sim 30^{\circ}\text{C}$ 时，量程 1~5，精度为士满读数的 0.0033% 士读数的 0.01%

温度系数

a) 经内部标准电池校准后，在 $10^{\circ}\text{C}\sim 30^{\circ}\text{C}$ 范围内能保证上述精度

b) 每一量程的总的温度系数为 $\pm 0.001\%/^{\circ}\text{C}$ ，，其中，惠斯登标准电池 $< \pm 0.0005\%/^{\circ}\text{C}$ ，输入衰减器 $< \pm 0.00025\%/^{\circ}\text{C}$

c) 未经内部标准电池校准时，基本量程 (3 V) 的标称偏差 $< \pm 0.0008\%/^{\circ}\text{C}$

长期稳定度	在正常的环境温度下, 总的稳定度优于 $\pm 0.006\%/年$
外部基准电源	可用 $\pm 10V$ 、 $\pm 20V$ 、 $\pm 100V$; 基准电源电平变化为 $\pm 10\%$ 时, 能获得要求的精度; 输入阻抗不小于 $1K\Omega/V$
标度系数调整	在后面板的插座上接一适当的电阻时能给出: a) $0.3V$ 以上任一电压的分辨力最高为 $1/30000$ b) 除 $0.3V$ 量程外, 可选用任一量程
$\times 2$ 显示精度	转换到内部电阻后(预先调好精度为 $\pm 0.003\%$)分辨力增为 $\times 2$ 量程 1 读数的 $0.008\% \pm 10\mu V$ 量程 2 ~ 5 读数的 $0.008\% \pm$ 满读数的 0.0033%
输入滤波器	输入滤波器为双 T 型低通滤波器, 具有快速响应特点。对 $50Hz$ 频率的衰减为 $60db$ 、 $80db$ 或 $90db$, 对 $100Hz$ 频率的衰减为 $90db$ 。输入电压减小到 0.01% 时所需的近似时间: $60db$ 为 $0.4S$; $90db$ 为 $2.5S$; $80db$ 为 $1.3S$; 在 $30V$ 量程时, 时间加倍
输入隔离	输入 $\pm 400V$ 的直流电压对电源进行测量。输入引线间不平衡电阻为 $1K\Omega$ 时, 共态信号衰减: 直流为 $110db$, 交流(对 $50Hz$ 和 $100Hz$) 为 $95db$ (包括滤波器)
显 示	采用数码管; 十进位小数点可用量程开关自动地打出, 并能自动指示“+”或“-”
最大采样速率	与电源频率同步, $50次/S$
最大分辨力	$1/30000$
工作温度	$5^{\circ}C \sim 45^{\circ}C$
工作方式	a) 连续采样: 指示可选用 1 位数、2 位数或 5 位数, 按钮用来保持读数 b) 手控采样: 用按钮来控制 c) 外部采样: 方法是闭合接点或用 $4V$ 的正脉冲 d) 可变的采样速率可降至每 $150S$ 一次, 大致分两个量程: $0.02S \sim 5S$, $0.1S \sim 150S$ e) 最大读数: 这是指仪器记录输入的最大正电压幅度, 精度为 $0.01\% \pm 2$ 个字 f) 最小读数: 这是指仪器记录输入的最大负电压幅度, 精度为 $0.01\% \pm 2$ 个字

三、工作原理

图1-1是 LM1480.3 型数字电压表的方框图。

输入信号同一组精密电阻组成的稳定基准电压相比较。精密电阻中的每个电阻都通过双稳态控制的晶体管开关按顺序接到基准电压源。因此, 汇总点上的基准电压之大小是以一定的已知增量增大, 一直到把输入信号平衡掉为上。产生较大基准电压的电阻由平衡放大器的指令控制, 自动不参与比较。直到所有电阻都逐个地被比较后, 整个变换过程才算完成。因此, 输入信号电压被基准电压所平衡, 两者之间的容差在输入信号大小所决定的指定范围内, 在最灵敏的量程上为 $10\mu V$ 。输入信号电压的二进制表示形式储存在 19 个双稳态电路

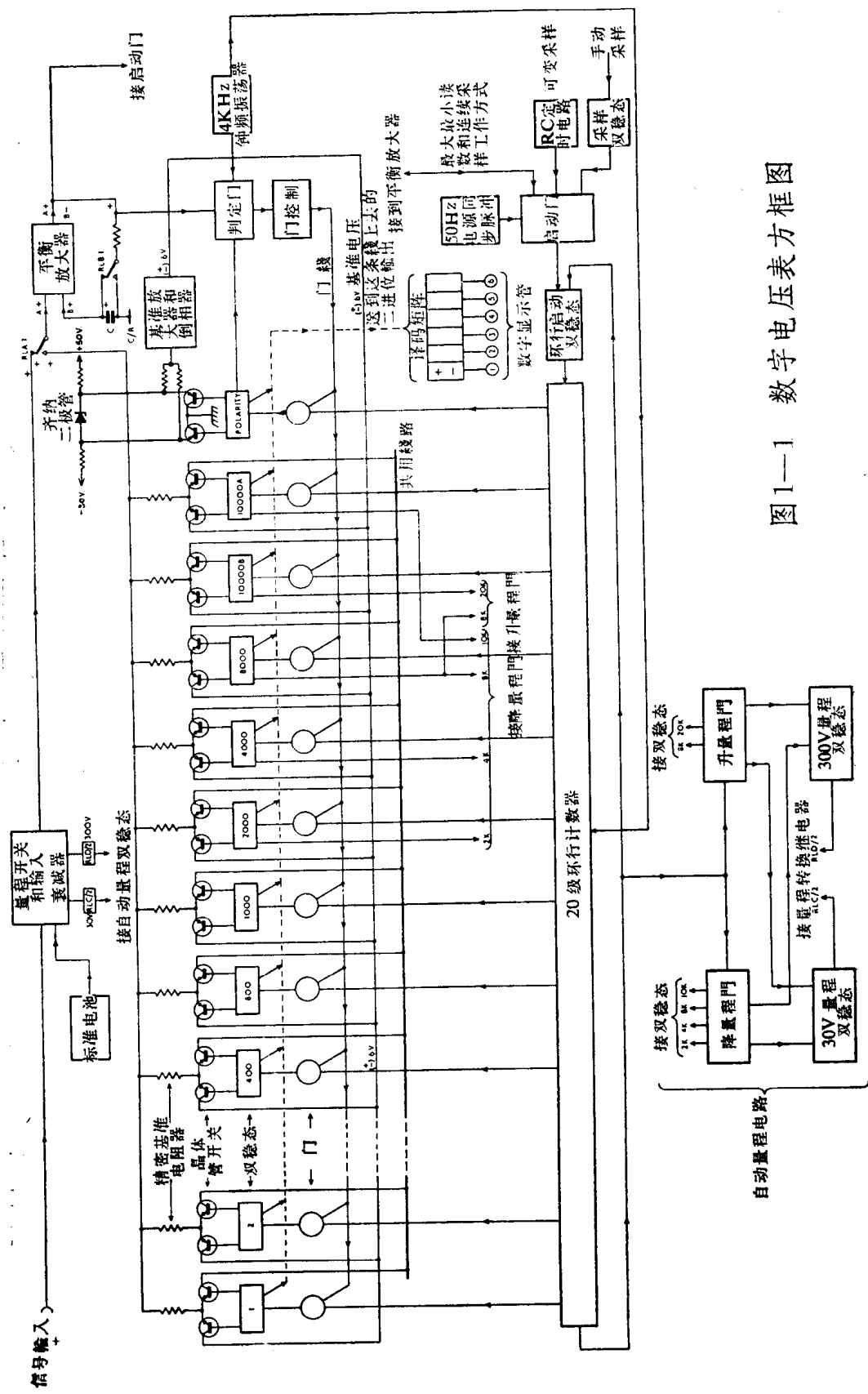


图 1—1 数字电压表方框图

中；其中18个表示数量，1个表示极性。数量双稳态的输出通过36条线加到5个译码矩阵。译码矩阵的输出送到六个冷阴极充气数码管，以数字的形式显示出输入信号的电压值。

1. 基准和平衡放大器

仪器内部的+6V或-6V基准电压是从一个恒温的齐纳二极管和一个有零点漂移校准的直流放大器取得的。用+6V还是用-6V，取决于输入信号的极性，并用开关进行控制。

平衡放大器是一个高增益(1.5×10^6)的、具有零点漂移校准的斩波放大器，它的输入级采用阴极耦合差动放大器。差动放大器的输入栅极以电源频率在信号输入（漂移校准期间）和基准电压增量（量化期间）之间，用斩波器的继电器RLA/1进行倒换。在漂移校准期间，平衡放大器的输出电压经第二个斩波器的继电器RLB/1接点反馈到输入级的第二栅极(B)，因此，一个大小等于输入电压和漂移电压之和的电压被储存在电容器C上。所储存电压的极性和输入信号的极性是一样的。在量化期间，输入到平衡放大器的有效电压可以认为等于基准输入电压与电容器C上的电压的代数和，出现在平衡放大器输出端的最終的误差信号作为控制电压加到判定逻辑电路。

2. 钟频和环行计数器

加在判定逻辑电路上的信号还有极性双稳态的输出和占空比为8:1的4KHz振荡器的输出。振荡器的输出也加到20级的环行计数器。环行计数器的各级按其顺序为：(1)极性级；(2)延迟级；(3)10000A单位级；(4)10000B单位级；(5)8000单位级；(6)4000单位级；(7)2000单位级；(8)1000单位级；(9)800单位级；(10)400单位级；(11)200单位级；(12)100单位级；(13)80单位级；(14)40单位级；(15)20单位级；(16)10单位级；(17)8单位级；(18)4单位级；(19)2单位级；(20)1单位级。

启动环行计数器的信号是用一个门电路来控制的，而控制门电路的信号则根据所选用的工作方式的不同有三个。它们是：(1)采样双稳态的输出电压（手控采样工作），(2)平衡放大器的输出电压（最大、最小读数 and 连续采样工作），(3)RC充电电路产生的斜坡电压（可变采样工作）。但是不管选用哪一种工作方式，“启动”门一打开就给出一个与电源频率同步的负脉冲。这个负脉冲使环行启动双稳态电路的状态发生转换。在状态转换时产生的脉冲又使4KHz的钟频振荡器接通，开始环行周期，并且送到环行计数器的第一（极性）级。

4KHz钟频振荡器的占空比为8:1，它经过微分后就得到间隔为250 μ S的正负脉冲。负脉冲通过共发射极接线来激励环行计数器，正脉冲（滞后负脉冲约220 μ S）用来触发控制判定门的电路。第一个负脉冲使环行计数器的第一级（极性级）的晶体管导通，并把一个正脉冲加到极性双稳态，从而根据负极性输入信号的需要改变状态。与此同时，一个正的复原信号加到所有其他的双稳态，使它们处于“关闭”状态。这样，所有基准电阻就都跟公共接线相接。平衡放大器的差动输入也都接在公共接线上（全部数量双稳态复原），而电压则储存在电容器C上。C上的电压极性和大小跟输入信号一样。若这一电压为负值，则极性双稳态必须保持其现有的状态；若为正值，则极性双稳态必须转换到另一状态。极性双稳态的最終状态取决于平衡放大器的输出信号。第二个负脉冲同时切断环行计数器极性级的晶体管和接通环行计数器的延迟级的晶体管。切断的极性级产生一个负脉冲，把它加到极性双稳态。如果输入信号的极性为负，则这个脉冲就通过门线短路到公共接线；如果输入信号的极性为正，则这个脉冲就经过门电路加到极性双稳态，使其转换到另一状态。

极性双稳态的输出加到晶体管开关，后者的作用是根据需要来选用正的或负的基准电压（输入为正时取负基准电压，输入为负时取正基准电压）。选定后的基准电压经基准放大器

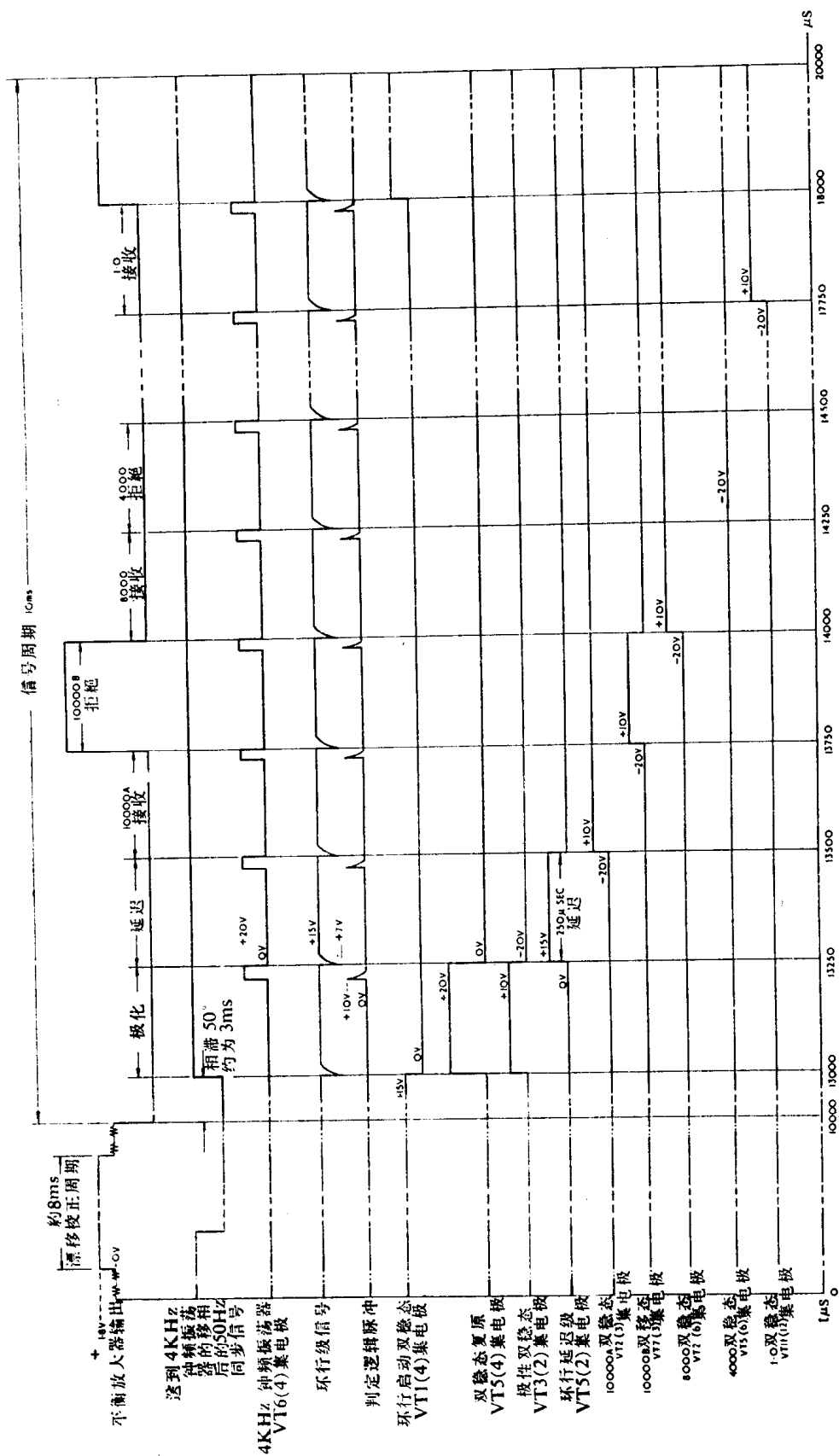


图1—2 工作波形及其时间对应关系

放大后，成为稳定的 $\pm 6\text{V}$ 基准电压源加到一组精密电阻器上。当极性确定后，在一个环行周期内是不能改变的。

环行计数器中延迟级的作用是在极性转换后提供基准放大器 $250\mu\text{s}$ 的调整时间。第三个发射极线路脉冲进入环行计数器的 10000 A 级，同时相应的双稳态电路就发生反转，使第一个基准电阻跟基准源相接，这样就使 10000 单位的基准电压通过继电器的接点 R LA.1 加到平衡放大器的输入端 A。平衡放大器输出的极性现在就取决于基准信号与电容器储存电压的相对大小。如果前者等于或小于后者，则平衡放大器输出端信号的极性保持不变。但是，如果基准电压大于储存电压，则放大器输出信号的极性就反转。现在就用平衡放大器输出信号的极性来选通负的复原脉冲。图 1-2 是数字电压表方框图中各点的工作波形及其时间对应关系。从图中可以看出，接入 10000 A 基准电阻时，平衡放大器的输出保持负值，所以负的复原脉冲不能加到双稳态，因而保持在“导通”状态。反之，10000 B 基准电阻一接入电路，平衡放大器的输出就变为正的，所以负的复原脉冲使 10000 B 双稳态转换成“截止”状态，因而使另一个 10000 单位的基准电压不能参与比较。当 8000 单位被接受时，4000 和 2000 单位的双稳态自动由禁止电路锁住，以保证计数不超过 9。这样依次跟环行计数器的每级比较，而每级均受平衡放大器输出的控制，直到所加的基准电压平衡掉电容器 C 上储存的输入信号。这时，环行计数器恢复到稳定状态，等待下一个启动信号，而双稳态保持在输入电压的读数上。36 条线的双稳态输出加到 5 个译码矩阵，使输入信号以数字形式在五位数数码管上显示出来。

3. 自动变换量程

10000 A、8000、4000 和 2000 的双稳态的状态都是受监控电路监控的，而且跟降量程门相接。同样，8000 和 10000 B（表示基准的 20000 单位）的状态也受监控电路监控，并跟升量程门相接。在输入信号进到 80 单位的双稳态，整个环行周期接近结束时，就有一个负脉冲加到这两个门电路。比如在降量程电路中，比较后的双稳态给出的读数为 01999 或更小的数值，那么就有一个正脉冲加到 30 V 和 300 V 量程的双稳态电路。这两个电路就发生反转，断开自动量程继电器，继电器的接点就使输入衰减器与仪器的降量程相接。同样道理，当接受 20000 和 8000 基准单位而给出读数 28000 或更大的数值时，从升量程门就有一正脉冲加到这两个量程双稳态。这个脉冲就使这两个双稳态接通自动量程继电器，因而使输入衰减器与仪器的升量程相接。因为只有每次环行周期结束时才给出一个量程脉冲，所以仪器由 3 V 量程升到 300 V 量程或由 300 V 量程降到 3 V 量程需要 60 ms（三个循环周期）。在采用手控采样工作方式时，如果用自动量程，则采样周期限制在每 400 ms 1 次，这是因为平衡放大器从过载状态恢复过来需要一定时间的缘故。如果不采用自动量程，则采样速度保持正常，为每秒 50 次。

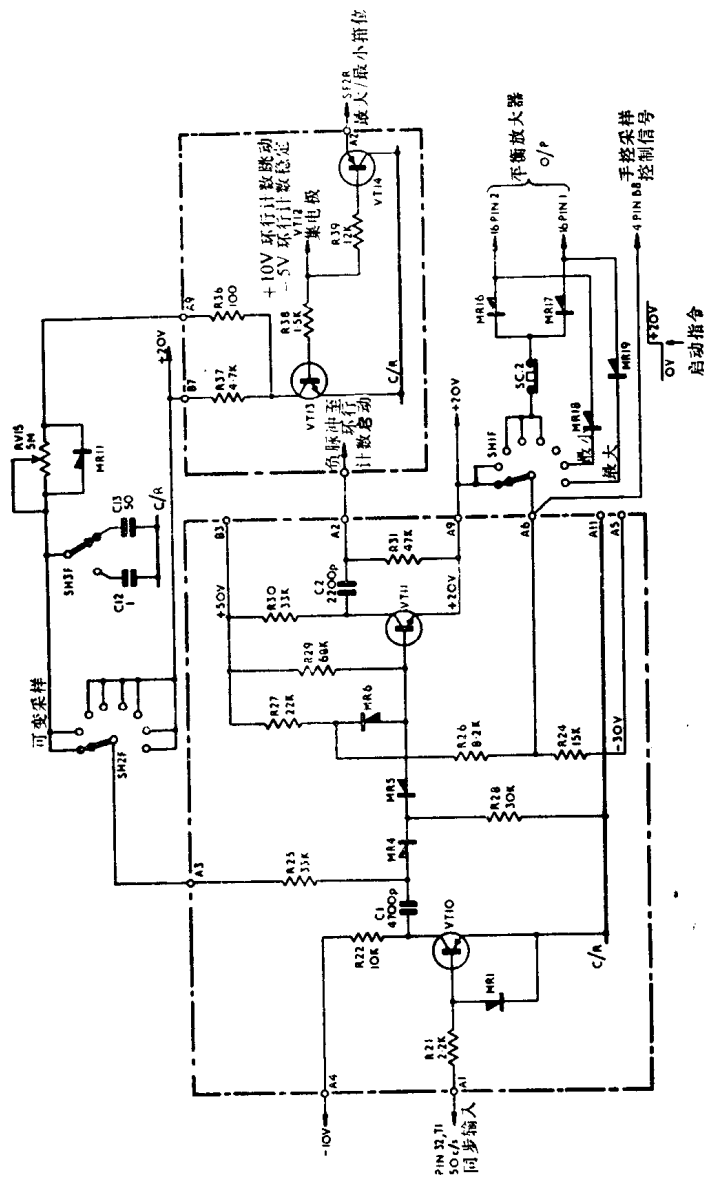


图1-3 环形启动计数器控制电路

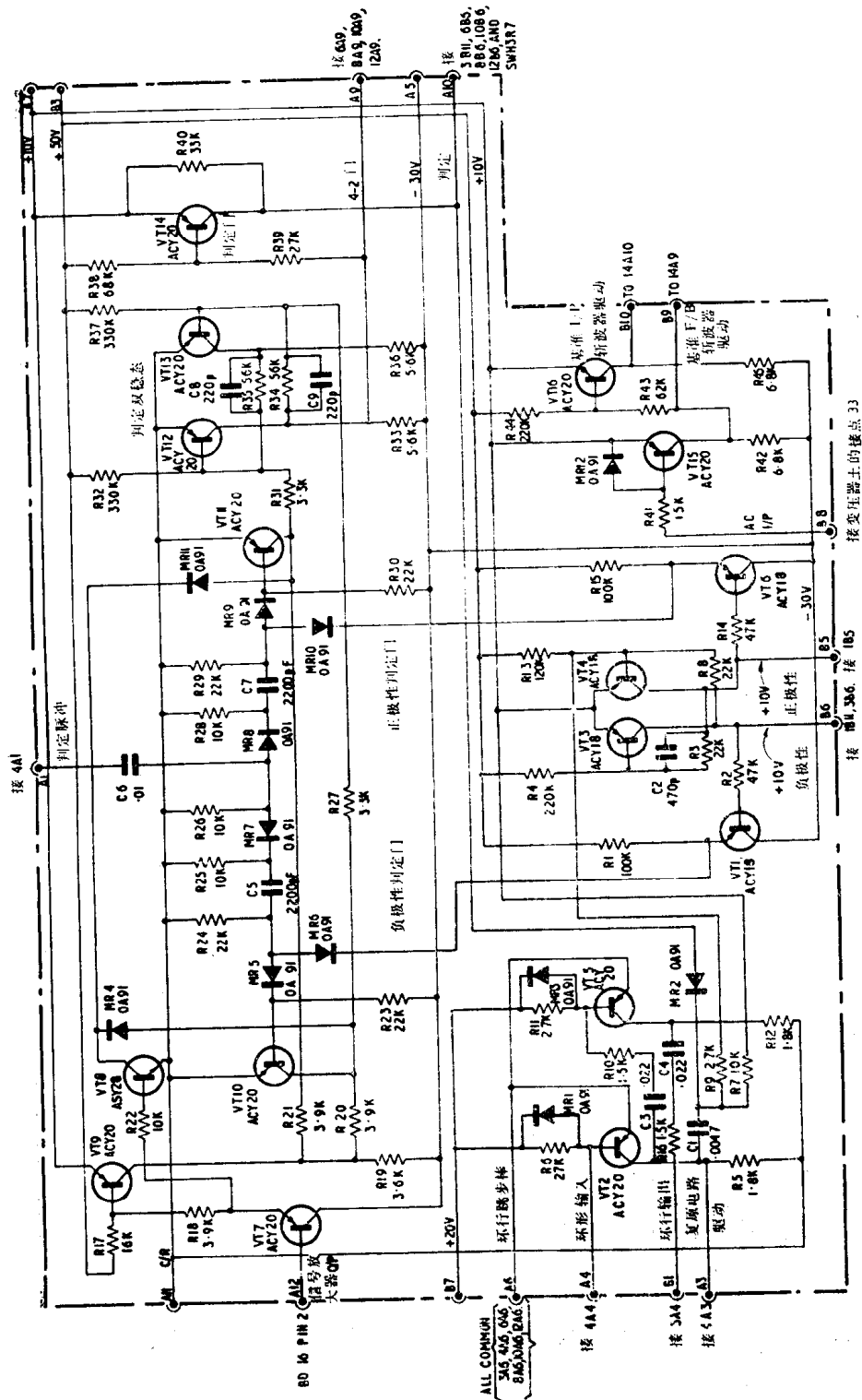
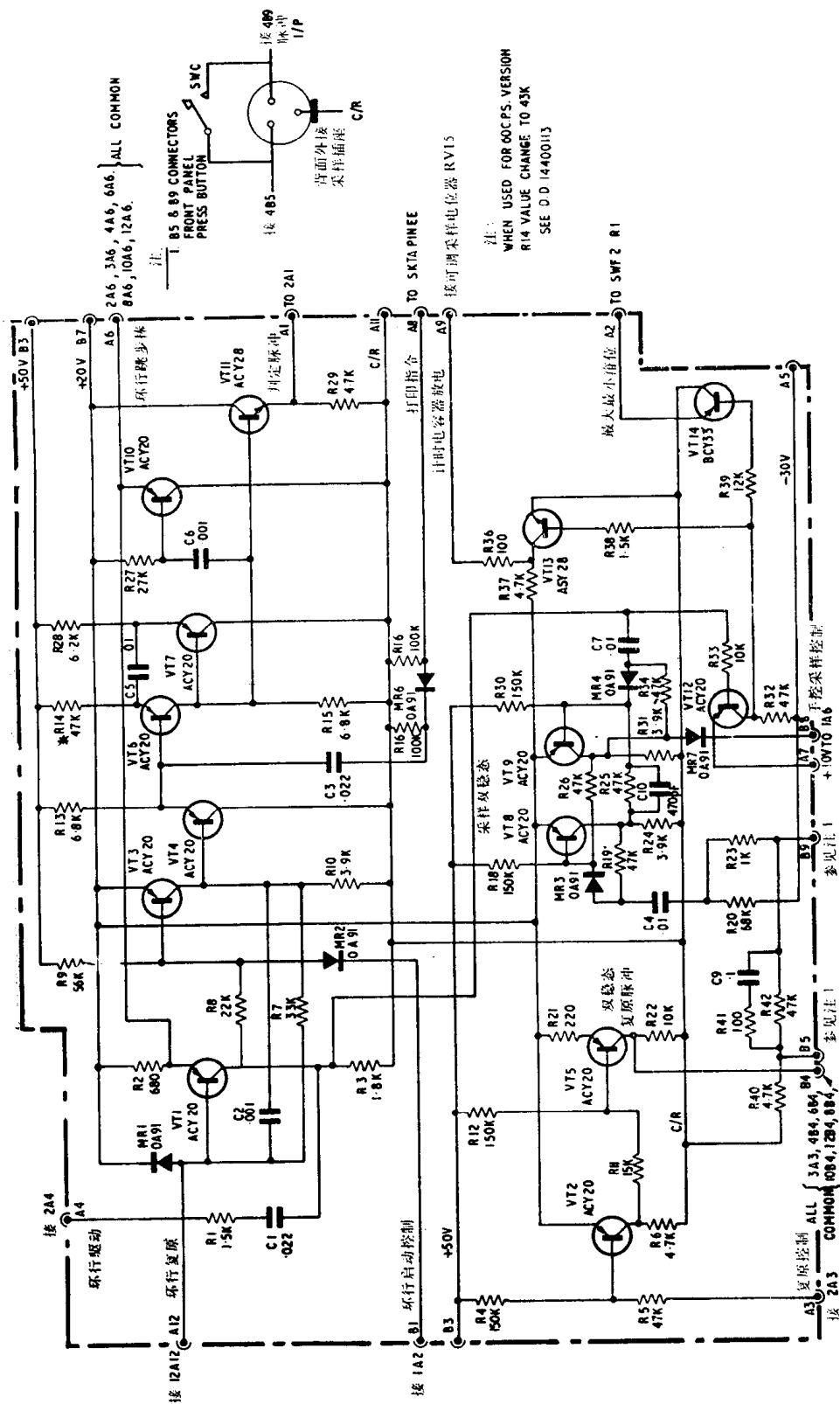


图 1-5 判定和极性选择



注：
WHEN USED FOR 60CPS. VERSION
R14 VALUE CHANGE TO 43K
SEE D 14400113

图 1-7 环形计数控制、复原及相位双稳态

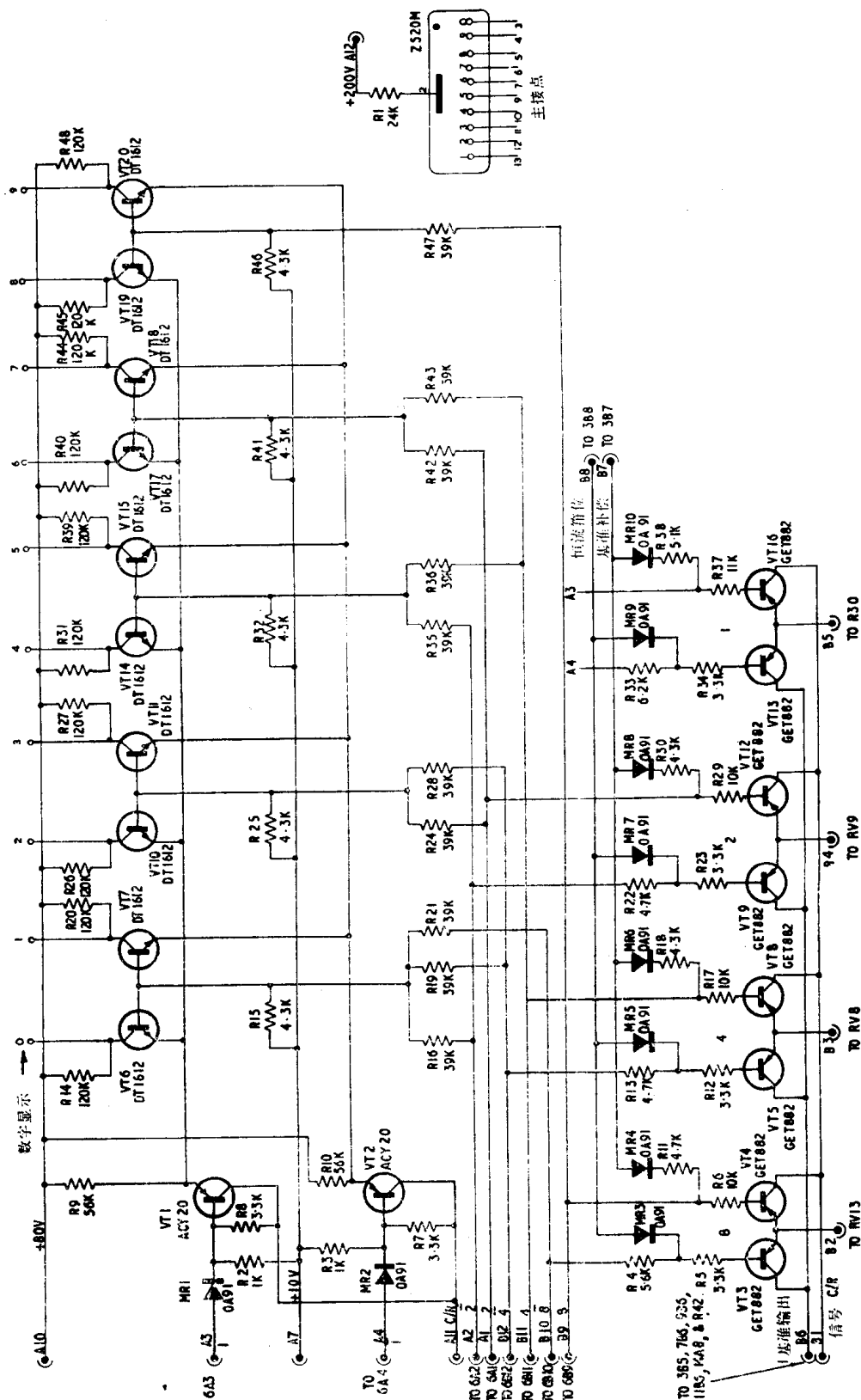


图 1-8 译码及发射极开关

