

半电子电传机技术资料

哈尔滨市长途电信局编

人民邮电出版社

内 容 提 要

本书介绍了对55型电传打字机改造成半电子电传机的资料。

书中重点讲述了分立元件的单元电路，收发报逻辑原理，马达遥控，机械制作和安装方法以及测试调整和障碍处理等，并附有元件数据和印刷电路。对集成电路的半电子电传机的逻辑原理也作了一些介绍。可供各地改造55型电传机参考。

半 电 子 电 传 机 技 术 资 料

哈尔滨市长途电信局编

•

人民邮电出版社出版

北京东长安街27号

河北省邮电印刷厂印刷

内 部 发 行

•

开本：787×1092 1/16 1976年4月第一版
印张：64/16 页数50 插页1 1976年4月河北第一次印刷
字数：150千字 印数：1—7,000册

统一书号：15045·总2091—资433

定价：0.57元

毛主席语录

工业学大庆

中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平。

在生产斗争和科学实验范围内，人类总是不断发展的，自然界也总是不断发展的，永远不会停止在一个水平上。因此，人类总得不断地总结经验，有所发现，有所发明，有所创造，有所前进。

我们要保持过去革命战争时期的那么一股劲，那么一股革命热情，那么一种拚命精神，把革命工作做到底。

出 版 说 明

黑龙江省哈尔滨市长途电信局的职工，在工业学大庆运动的推动下，遵照毛主席关于自力更生，艰苦奋斗，破除迷信，解放思想的教导，成立了以工人为主体的三结合试制小组，经过三年多的反复试验，先后试制成功了分立元件的和集成电路的半电子电传机。

这项设备经过试用，性能良好，改善了通信质量，解决了零配件问题，使电报通信设备向电子化发展前进了一步。

为了交流经验，我们请哈尔滨市长途电信局编写了这本资料。由于这项设备还没有经过长期使用和鉴定定型，难免还有缺点和不足之处，因此仅供各地搞这项技术革新时参考。

哈尔滨市长途电信局在任务十分繁重的情况下，抽出主要力量进行编写，无保留地提供经验和资料，并组织力量突击绘制大量插图，使这项技术资料得以较快地出版。

由于我们对这项技术革新很生疏，加之时间仓促，所以在编辑工作中可能会有错误或不妥之处，希读者同志批评指正。

一九七五年八月

前 言

在毛主席革命路线指引下，在无产阶级文化大革命和批林批孔运动的推动下，我局广大职工，在局党委的领导下，广泛深入地开展**工业学大庆**的群众运动，坚持**独立自主、自力更生**的方针，为改变我局电报通信的面貌，大搞技术革新和技术改造，成立了以工人为主体的三结合试制小组，展开了对55型电传机的技术改造工作，取得了一些较好的效果，这是无产阶级文化大革命和批林批孔运动的胜利成果。

我们为什么要搞半电子电传机呢？55型电传机是我国电报通信的主要设备之一，我省使用数量较多，由于长期使用，零件磨损严重，使维修工作量很大，加之缺少零配件，使维修工作有许多困难。针对这一关键问题，我们遵照毛主席的**自力更生、艰苦奋斗**的方针，放手发动群众，大搞技术革新，大胆设想，提出了试制半电子电传机的任务。在试制过程中，遇到了各种各样的困难，参加试制的全体同志都以大庆工人阶级为榜样，学习大庆工人阶级的“有条件要上，没有条件创造条件也要上”的革命精神，经过三年多的反复实践，试制成功分立元件式的半电子电传机和集成电路式的半电子电传机，先后在电路上进行考验，效果较好。它的主要特点是用电子电路代替了收报、发报的控制部分以及马达遥控开关的机械动作，共取消372种、840个机械零件，大大地简化了维护程序，并减少了传输过程中的畸变现象。既改造了旧设备，又进一步提高了通信质量，并为采用新技术闯出一条新路。

邮电部和黑龙江省邮电管理局很重视我们对电传机的改造工作，经常派人来帮助指导，才使得这项工作顺利进行，取得了一些成绩。

但是，由于我们的水平有限和搞这项工作的经验不多，以及这项设备还没有经过长期考验和定型，一定会有许多缺点和不足之处。所以这里介绍的材料，只是将我们的具体作法，向兄弟单位汇报，共同探讨，交流我们在对55型电传机的改造工作中的一些体会，仅供参考，衷心地希望能多多提出批评意见。

在试制过程中，我们得到了上海无线电元件五厂，邮电五一九厂，上海电报局以及沈阳、重庆、武汉、天津等兄弟局的大力支持和帮助，在此表示感谢。

哈尔滨市长途电信局

一九七五年八月

目 录

第一章 总体介绍	(1)
第一节 概况	(1)
第二节 主要技术数据	(3)
第三节 本机采用的电路符号	(3)
第二章 单元电路	(4)
第一节 反相器(F)	(4)
第二节 双稳态电路(SW)	(4)
第三节 单稳态电路(DW)	(6)
第四节 多谐振荡器(MF)	(7)
第五节 施密特触发器(SMT)	(9)
第六节 计数器(分频器)电路	(10)
第七节 门电路	(11)
第八节 驱动电路(QD)	(12)
第九节 晶体管稳压电源	(13)
第十节 单流输入、输出电路	(15)
第三章 晶体管半电子电传机逻辑原理	(16)
第一节 发报电路原理	(16)
第二节 收报电路原理	(19)
第三节 马达遥控电路工作原理	(22)
第四章 机械制作及安装	(24)
第一节 收报、发报及门爪的安装	(24)
第二节 机械部分实物图	(52)
第五章 测试、调整及障碍分析	(53)
第一节 收报部分的测试和障碍分析	(53)
第二节 发报部分测试和障碍分析	(55)
第六章 印刷电路板的元件位置及端子表	(57)
第七章 存在的问题及改进方案	(65)
第一节 发报逻辑电路部分	(65)
第二节 收报逻辑电路部分	(65)
第八章 集成电路半电子电传机	(68)
第一节 绝缘栅场效应管的概况	(68)
第二节 MOS集成电路	(69)
第三节 MOS集成电路收报逻辑原理	(79)
第四节 MOS集成电路发报逻辑原理	(89)

第一章 总体介绍

第一节 概 况

我局试制的半电子电传机是在55型电传机的基础上进行改造的。是把55型电传机的收报、发报和遥控开关的机械部件改用晶体管等电子元件。55型电传机仅保留了印字和凿孔部分以及电动机。

图1—1是分立元件式的半电子电传机的外形照片。

图1—2是集成电路式的半电子电传机外形照片。

图1—3是另一种集成电路式的半电子电传机外形照片。

1974年6月邮电部组织了部分省市局同志来我局共同对分立元件式的半电子电传机进行了全面的电路分析和部分电路的改进。当时大家一致对收报电路给予肯定，认为收报电路比较合理稳定，在实际使用中比较满意；对发报电路采用了双机头的电路，电路比较简单，容易被维护人员所接受，但是发报电路使用，还不能使报务人员感到十分满意，最近我局又对发报部分进行了改进。

分立元件55型半电子电传机主要优点是材料来源方便，可以就地取材，在试制上是比较容易的。但是存在消耗电流大（满负载时1A左右）、体积大的缺点。分立元件的收发电路需要三块大印刷电路板才能安装上，这三块板放在55型电传机内是放不下的，需要在机外增加一个机盒，这样就造成维护工作上的不方便。集成电路的55型半电子电传机主要优点是消耗电流小（满负载时在600mA左右），体积小，因此印刷电路板可以安装在机器内部。见图1—4。

本机所采用的外部电源是+24伏和-24伏两种。机器内部使用电源是+24伏、-24伏、+12伏、-12伏四种。+12伏和-12伏电压是分别由+24伏和-24伏经稳压电源电路转换而来的（有的机器可以使用+12伏和-24伏两种电源）。电动机因为没有改动，仍使用直流110伏或交流220伏电源。

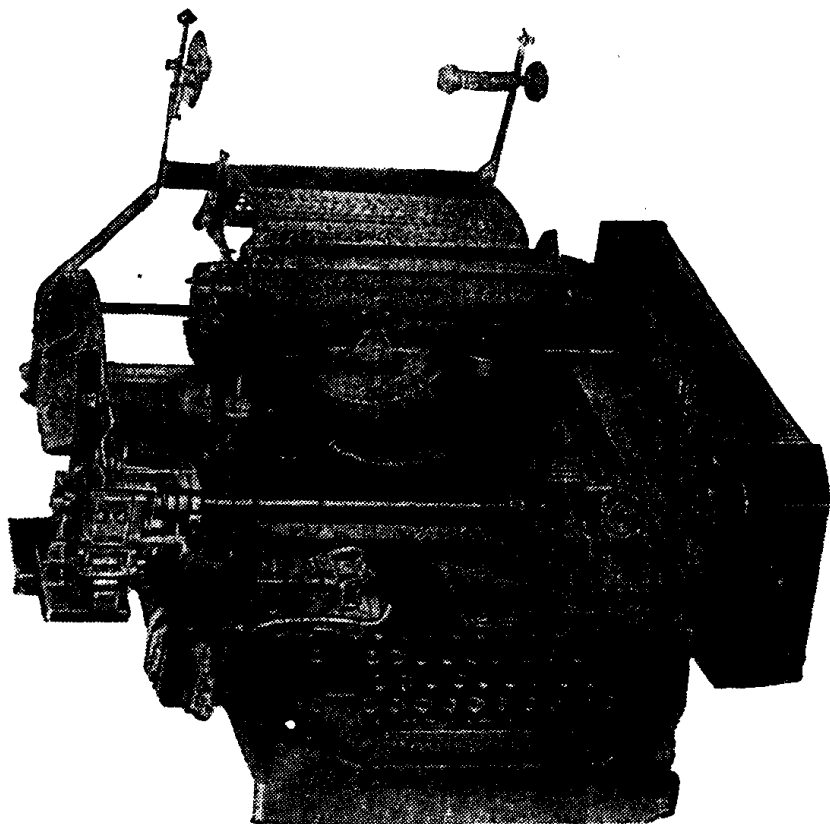


图 1—1 半电子电传机外形（分立元件）

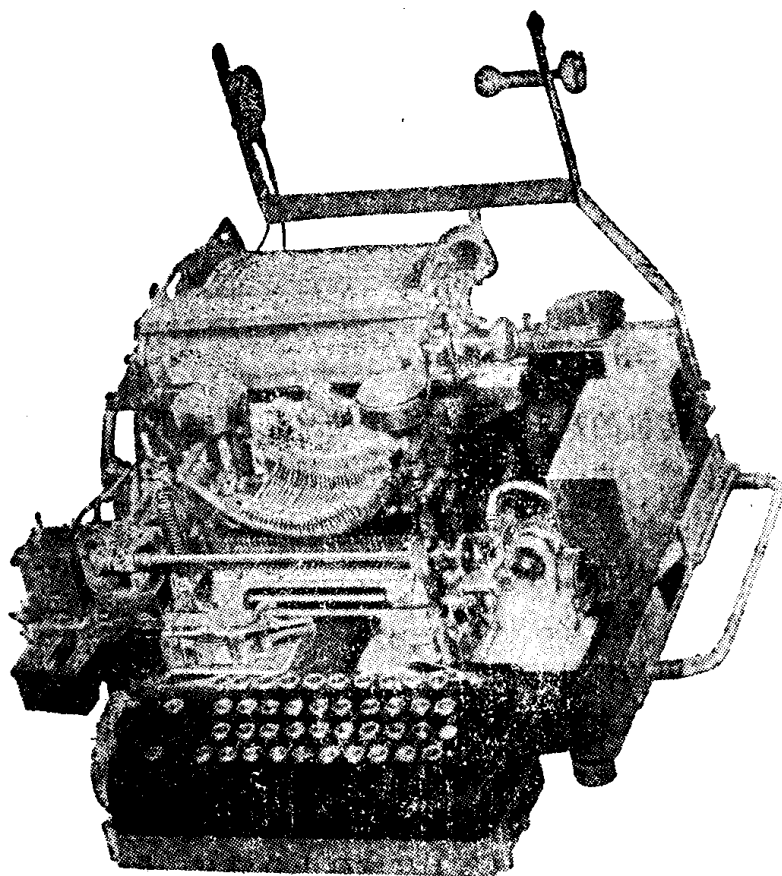


图 1—2 半电子电传机外形（集成电路之一）

分立元件的半电子电传机收报和发报电路使用的材料数目如下：

本机所使用的电路均按正逻辑系统的各项规定如“1”表示导通状态，即地电位（高电位），“0”表示截止状态即-12伏电位（低电位）。

各种单元电路均按原来标准电路的数据并结合我们电路情况而设计的。当电源电压变化 $\pm 10\%$ 时（或者经过电源电压的拉偏试验），本机使用的单元电路正常。

在做温度试验时，把机器和电路板完全放在恒温箱内，让温度升高到 45°C 时没有变字现象。

在发报时马达（电动机）不需要转动即可发出电文。马达只有在收报时才转动。所以改造后的马达仅起印字和凿孔的动力作用。马达不需要严格同步。

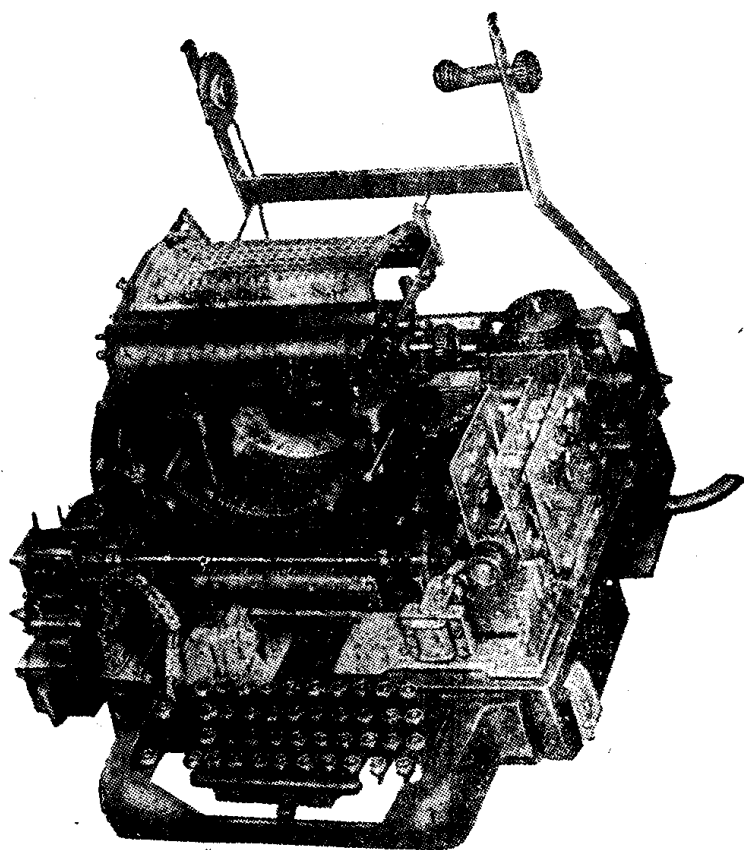


图 1—3 半电子电传机外形（集成电路之二）

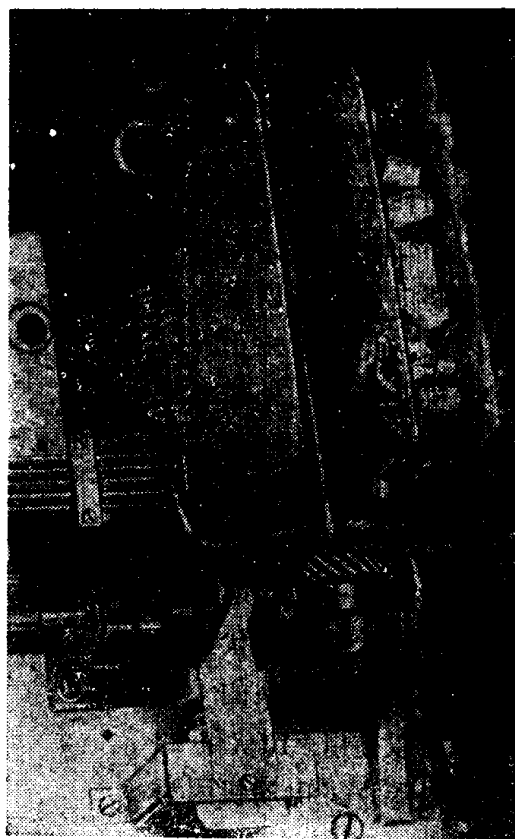


图 1—4 印刷电路板位置

发报电路：电阻118个，
电容 35 个，晶体三极管 31
个，二极管63个（其中包括
稳压二极管）。

收报电路：电阻149个，
电容 87 个，晶体三极管 72
个，二极管56个。

第二节 主要技术 数据

1. 发报畸变
 $\leq 5\%$
2. 收报改正力
 $>45\%$ (四种畸变)
3. 单流输入电压、电
流 $60V \sim 120V$, $40mA \pm$
 $5mA$
4. 双流输入电压、电
流 $\pm 20V$, $\pm 4mA \pm 1mA$
5. 工作速率 50波特
6. 电源电压允许波动
范围 $\pm 24V \pm 10\%$
7. 马达自动停闭时
间 60秒 ± 15 秒
8. 使用环境温度
 $20^{\circ}C \pm 25^{\circ}C$

第三节 本机采用的 电路符号

本机采用的电路符号，
按照一般常用的符号以及集
成电路符号，详见图 1—5
所示。

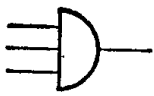
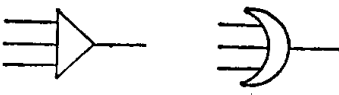
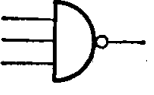
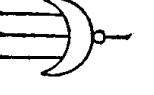
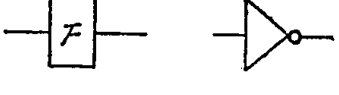
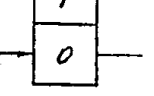
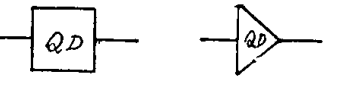
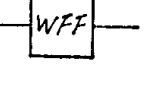
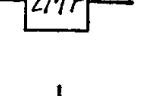
1. YM		与门
2. HM		或门
3. YF		与非门
4. HF		或非门
5. F		反相器
6. MF		振荡器
7. DW		单稳态 触发器
8. SW		双稳态 触发器
9. QD		驱动电路
10. WFF		微分放 大电路
11. SMT		史密特 整形电路
12. ZMF		间歇振 荡器
13. WF		微分门

图 1—5 本机采用的电路符号

第二章 单元电路

本章主要是讨论分立元件组成的单元电路，对于集成电路所用的单元电路在第八章中再讨论。

分立元件的单元电路是由电阻、电容、电感以及三极管等元件组成。对于元件的质量好坏，温度的变化情况，是直接关系到本机电路的稳定。因此我们在选取元件时要有一定的考虑。如电阻、电容等选取其数值应小于 $\pm 10\%$ 以内。对晶体三极管的选择尤其重要。本机绝大多数的三极管是3AX22，应选取 $\beta = 50-100$ 之间，另外也要考虑到环境温度在 $20^\circ\text{C} \pm 25^\circ\text{C}$ 时，管子的穿透电流增大，要使它不影响电路工作的稳定。下面我们把本机使用的单元电路分别进行讨论。

第一节 反相器(F)

本机反相器是共射极接法的晶体管开关电路。如图2—1所示。

它的工作原理是：当无输入信号时，即输入端是高电位（地电位）， $+E_b$ 通过 R_b 接到

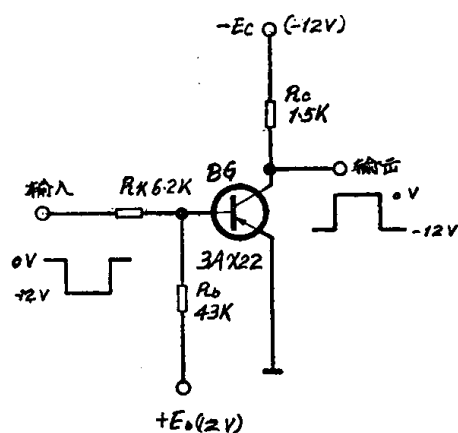


图 2—1 反相器电路

基极上，使BG管处于截止状态，管子中几乎没有电流流过，在集电极电阻 R_c 上没有电压降，因此输出电压接近于 $-E_c$ ，当输入端加一负信号电压如图上所示的 -12 伏，则BG管立即由截止变为饱和导通，此时输出端电位近似地电位，这个状态一直保持到输入信号没有负电压为止。由以上原理可知，反相器的输入是高电位，则输出是低电位，如输入是低电位时，则输出是高电位。因此，可以看出输出和输入是反相位的，故称反相器。本机反相器主要是作倒相用。

电路中元件的选取是这样的： R_c 是电路中的集电极电阻，是根据负载大小而决定的。本机选为 $1.5K\Omega$ 。 R_K 选取的考虑：为了提高反相器的输入阻抗，减少信号源的负担，想要使 R_K 大些，但 R_K 大时则抗干扰能力降低，所以选 R_K 的数值时，两方面的情况都要考虑。本机选用 $6.2K\Omega$ 。 R_b 的作用是当输入信号为零时， $+E_b$ 通过 R_b 给BG管子送一个反相基极电流 I_{CBO} ，以保证管子截止的可靠，由于温度的升高 I_{CBO} 逐渐增大，大约温度升高到 45°C 时， I_{CBO} 的增加是 25°C 时的四倍，因此我们在选取 R_b 时一定要考虑到温度升高时也要保证BG管可靠的截止，使电路工作稳定。

第二节 双稳态电路(SW)

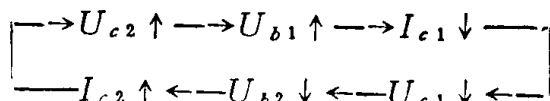
双稳态电路就是一个电子开关电路，当输入一个触发信号时，开关接通，如再输入一个触发信号时，则开关断开，即完成一次开关动作。

双稳态电路它实际上是由二个反相器交叉连接而成，即 BG_1 的输出接 BG_2 输入， BG_2 的

输出接 BG_1 输入。由于电路的结构，使得双稳态电路具有二个稳定状态，如无外界触发信号的作用，电路将会永远保持这种稳定的状态。当电路在外界触发信号作用下，电路由一种状态会翻转到另一种稳定状态。双稳态电路用途很广，在本机中作控制、计数、分频以及存储等，其电路见图2—2所示。它的原理如下：

一、电路基本原理

在双稳态电路中，假设 BG_1 导通， BG_2 截止，则 $-E_c$ 和 $+E_b$ 经 R_{c2} 、 R_{b1} 、 R_{b1} 分压，使 BG_1 基极电位为负，以保证 BG_1 处于饱和导通状态，使 BG_1 输出电位接近于地电位。此时，由于 BG_1 集电极为高电位（接近于地）， $+E_b$ 经 R_{b2} 、 R_{b2} 的分压使 BG_2 基极电位为正，则使 BG_2 截止。在无外加触发信号时，此电路一直处于这一稳定状态。在外加触发信号的作用下，导通管和截止管可以相互转化，如原来的状态是 BG_1 导通， BG_2 截止，若在导通管 BG_1 基极上加一正电压时，则引起 BG_1 集电极电流 I_{c1} 的减小，而集电极电位 U_{c1} 降低变负，通过 R_{b2} 的耦合，使原来的截止管 BG_2 基极电位也降低， BG_2 从截止到饱和，因而 BG_2 集电极开始有电流 I_{c2} 流过，这又使 BG_2 集电极电位 U_{c2} 升高，经 R_{b1} 耦合也提高了 BG_1 基极电位，使 I_{c1} 又减小，又引起 I_{c2} 的增加，如此循环下去形成了连锁反应，使一个稳定状态翻转成另一种稳定状态。其电路翻转过程大致表示如下：



双稳态电路在正脉冲信号触发下，只要该管的电流一旦减小，就会愈来愈小，而另一管的电流则会愈来愈大，最后达到一个管导通，另一个管截止，电路状态则稳定下来，在这里用图

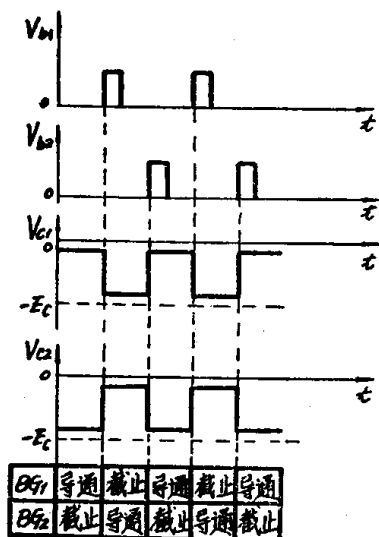


图 2—3 双稳态电路翻转波形

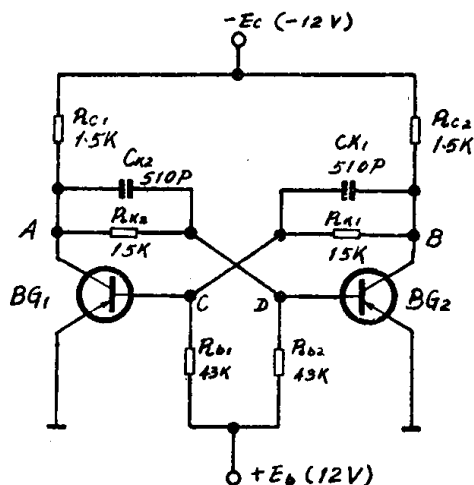


图 2—2 双稳态电路

2—3来表示在正脉冲信号触发下两个管子的输出波形。

二、触发方式

本机多数采用微分触发，但也用了电位触发和集电极触发的方式等，其原理基本是一样。现在我们主要

讨论一下正微分触发电路的方式，如图2—4所示，就是本机实用的正微分触发电路。它是由一个电阻 R 和电容 C 组成的 RC 微分电路，并在微分电路上加一个晶体二极管 D 称为隔离二极管，在微分电路的输入端加一个矩形波，通过微分电路时就变成一个双向尖脉冲，对应于矩形波上跳沿是正尖脉冲，对应于矩形波下跳沿是负尖脉冲。如果直接把正负尖脉冲接到双稳态电路的基极，正尖脉冲使导通管截止，而随后又来了负尖脉冲，又会使此管由截止变为导通，因而出现了二次翻转现象。所以在触发电路引进了隔离二极管。本机采用正微分电路，取正尖脉冲。通过

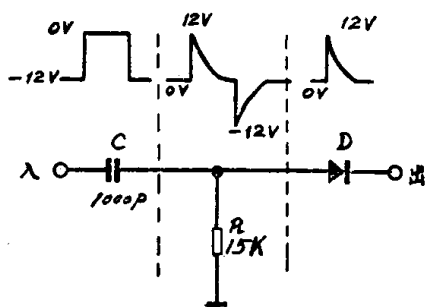


图 2—4 微分电路及波形

二极管D将负尖脉冲削去，所以剩下一个正尖脉冲送到导通管的基极上，使双稳态电路在每输入一个触发信号，电路只翻转一次。

微分触发电路中的电阻和电容的选择，是决定它是否是微分电路，还是一般耦合电路。根据实际使用，电阻R和电容C的数值，可以实际调测，但RC的时间常数 τ 一定要非常小于输入矩形波的脉冲宽度 T_K ，即 $\tau \ll T_K$ ，这样才能保证微分后的正负尖波符合电路的需要。本机采用的微分电路基本上有两种数据，一种是R选15千欧，C选1000微微法，时间常数 $\tau \approx 15$ 微秒。另一种是R选43千欧，C选4700微微法，时间常数 $\tau \approx 202$ 微秒。如按本机振荡器的频率100赫为例，其周期 $T = 10$ 毫秒，所以 $T_K = \frac{T}{2} = 5$ 毫秒。满足了 $\tau \ll T_K$ 。

在实际调测时，如发现电容有漏电流，可以适当的加大电阻R的数值，使尖波的幅度提高。如尖波的宽度太小，带不动负载，这可以适当加大电容量增加脉冲的宽度。以上作法一定要依据实验来决定。

第三节 单稳态电路(DW)

单稳态电路它和双稳态电路不同点是：在没有信号触发时，电路一直保持在一管截止、一管导通的稳定状态。当有一个脉冲信号触发时，电路将从一个稳定状态暂时翻转到另外一个暂稳定状态。本机使用单稳态电路作延时电路，其电路见图2—5所示。

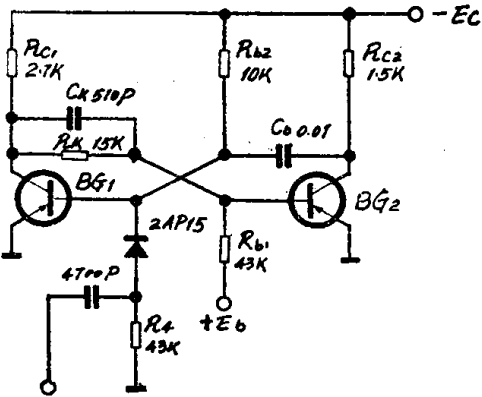


图 2—5 单稳态电路

单稳态电路原理：晶体管BG₁的集电极与基极之间用电阻R_K耦合，C_K是加速电容，BG₂集电极与BG₁基极之间用电容C_b耦合，它是具有正反馈的两级放大器，当无外加触发信号时，BG₁导通，BG₂截止。这时+E_b经过R_{b1}加到BG₂的基极上，使BG₂的基极电位正于发射极电位，所以BG₂管平时是截止的。-E_c经过R_{b2}加到BG₁的基极上，使BG₁管基极电位比发射极电位负，所以平时BG₁是导通的。BG₁的导通，BG₂截止是电路的一种状态。如没有外加触发信号作用时，电路一直稳定在这一状态下。当外加正脉冲信号加到导通管BG₁的基极时，使BG₁截止，U_{c1}便从零伏下降到-E_c，通过R_K的耦合，使BG₂的基极电位变负，BG₂由截止变为导通。U_{c2}从-E_c很快上升到零伏，通过电容C_b（C_b原已充满了电荷，使C_b左负右正），耦合到BG₁基极，使BG₁的基极和发射极相当于加上了一个正电压。U_{b1}在此瞬间从零伏跳到“+E_c”，使BG₁虽然在输入脉冲结束之后，仍然能保持截止状态，但不能一直维持下去，BG₁基极电位U_{b1}随着电容C_b经过BG₂、R_{b2}和-E_c放电而不断下降，并向-E_c趋近，当电容器放电完，BG₁基极一旦到达零电位时，BG₁立即再次导通，又通过R_K使BG₂再次截止，则电路又恢复到原来稳定状态。单稳态电路的暂稳状态的时间长短，取决于C_b、R_{b2}的放电时间，即 $T_1 \approx 0.7 R_{b2} C_b$ 。改变R_{b2}和C_b的数值，便可调节单稳电路输出脉冲的宽度。

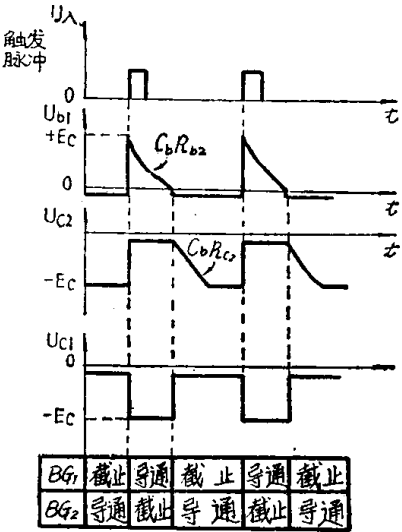


图 2—6 单稳电路波形

单稳态电路各部分的波形, 如图2—6所示。这里就不详细分析了。

第四节 多谐振荡器(MF)

本机采用的具有温度补偿的起止式可控多谐振荡器，振荡的频率为100赫，如图2—7所示。多谐振荡器是由两级电容耦合所组成的正反馈电路。晶体管 BG_3 是起温度补偿作用的，而 BG_4 相当于一个开关，它的作用是用来控制振荡器的振荡与不振荡。在 BG_4 导通状态下， BG_1 、 BG_2 组成的多谐振荡器才允许振荡。在 BG_1 、 BG_2 振荡时，它有二个暂稳状态：即 BG_1 导通， BG_2 截止； BG_1 截止， BG_2 导通。这两个状态是周期性的自动转换。本机发报和收报电路中，都有一个独立的振荡器 MF ，分别加到收报和发报的起止双稳态输出的“1”端，如在不收报和不发报时，振荡器的输入端是零电位，故 BG_4 截止， BG_1 的发射极几乎处于断路状态，此时 BG_1 截止， BG_2 导通，振荡器处于停振状态。当发报字键按下某一个字符或收报接收某一信号时，由于起止双稳态电路翻转，其输出由零伏变为负电位，使 BG_4 导通，振荡器开始起振。

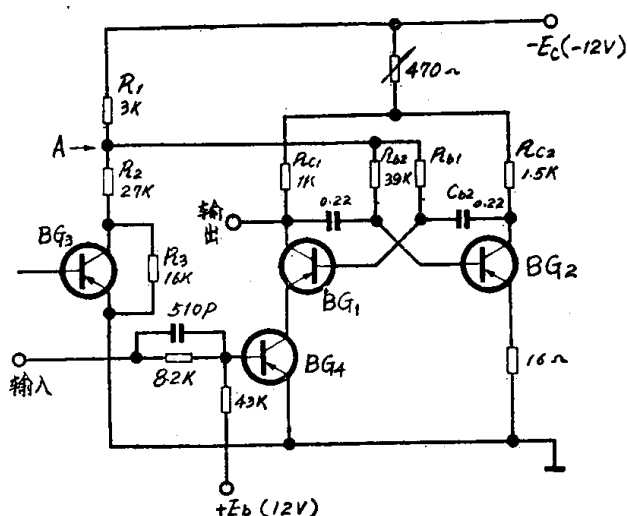


图 2-7 多谐振荡器电路

一、电路基本原理

下面分析一下电路如何从一种暂稳态转向另一种暂稳态的。假如电路在接通时, BG_1 截止, BG_2 导通。现在分别将导通管 BG_2 的基极与截止管 BG_1 的集电极连接用图 2—8 表示。以及导通管 BG_2 的集电极与截止管 BG_1 的基极连接用图 2—9 表示。并结合波形图 2—10, 来分析一下 BG_1 管集电极电压 U_{c1} 与基极电压 U_{b1} 随时间变化的规律, 此时 BG_2 导通, 则 U_{b2} 近似为零伏, 因此电容 C_{b2} 被电源 $-E_c$ 通过 BG_2 的基极、发射极和 R_{c1} 充电到 12 伏, 在此过程中 U_{c1} 随 C_{b2} 充电而下降到负 12 伏, 从波形图 2—10 中 CD 部分可以看出电容充电时常数为:

$$C_{k2} \cdot R_{c1} = 0.22 \mu F \times 1.5 K \Omega = 330 \mu s$$

充电时间常数决定于 U_{c1} 输出矩形波的下跳沿, 若时间常数越大, 波形的下跳沿就越差。

再看图 2—9 中截止管 BG_1 的基极电压 U_{b1} 的变化规律, 在 t_0 时, BG_2 由截止变为导通时, 连接在电容器 C_{b1} 一侧的集电极电位 U_{c2} , 从负 12 伏跳变为零伏, C_{b1} 的另一侧与 BG_1 基极相连, 因此, BG_1 基极电位 U_{b1} 在 BG_2 导通后, 从零跳变到正 12 伏 (此时电容器 C_{b1} 上的电压为 12 伏), 它要通过 R_{b1} 、 BG_2 及 $-E_c$ 放电, 由于 $-E_c$ 的作用, 电容器 C_{b1} 的左侧 U_{b1} 电位要向负 12 伏趋近, 于是出现图 2—10 中 AB 部分波形, 其放电时间常数为:

$$C_{A1} \cdot R_{A1} = 0.22 \mu F \times 33 K \Omega = 7260 \mu s$$

当 U_{b1} 电位按图 2—10 中 AB 部分变化，变为零伏时（或变为稍负一点）， BG_1 管由截止变为导通。 U_{c1} 电压由 -12 伏变为零伏，这一变化将通过 C_{b2} 耦合到 BG_2 基极， U_{b2} 的电位由原来零伏上升到 $+12$ 伏，因而使 BG_2 截止。原理同前。这样作用连续产生下去，即形成了

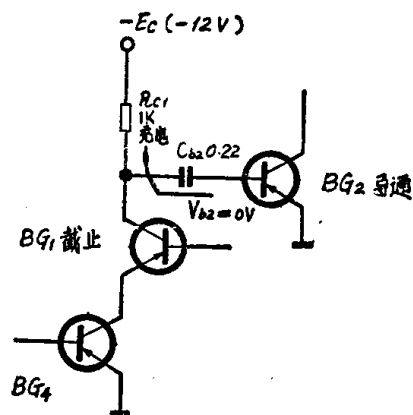


图 2—8 BG_2 基极与 BG_1 集电极连接

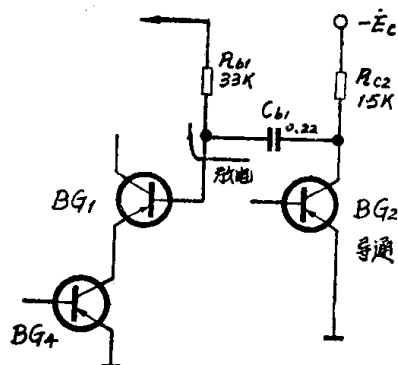


图 2—9 BG_2 集电极与 BG_1 基极连接

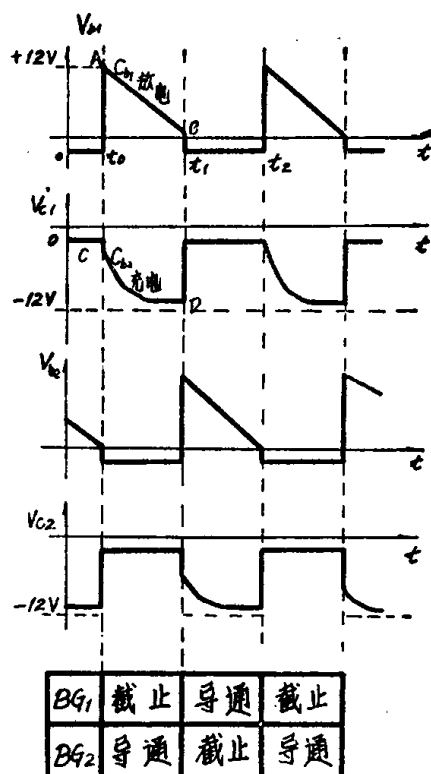


图 2—10 多谐振荡器波形图

自激多谐振荡器。

在上面所说的过程，是多谐振荡器的一个周期。当 BG_1 截止， BG_2 导通时这一个暂稳态情况下，其时间间隔：

$$T_1 \approx 0.7 R_{b1} C_{b1}$$

在 BG_1 导通， BG_2 截止时的时间间隔：

$$T_2 \approx 0.7 R_{b2} C_{b2}$$

多谐振荡器的一个周期 T 是：

$$T = T_1 + T_2 \approx 0.7(R_{b1} C_{b1} + R_{b2} C_{b2})$$

由于选取 $R_{b1} = R_{b2} = R_b$; $C_{b1} = C_{b2} = C_b$

$$\therefore T \approx 1.4 R_b C_b$$

根据以上计算出本机使用的多谐振荡器的充电时间常数远小于放电时间常数，这样能够满足振荡器的工作条件。本机振荡频率为100赫，即周期是10毫秒，选取电阻 $R_b = 33K\Omega$ ，所以电容应为 $0.22\mu F$ 。

二、温度补偿的基本原理

由于晶体管处于截止状态，其穿透电流是随温度的升高而增大，如不加温度补偿的措施，则不论是 BG_1 或 BG_2 管截止时，环境温度越高，就有利于使管子提前导通的现象，而使振荡器的周期缩短，频率提高。为了解决由温度变化而发生的现象，采用了温度补偿电路的方法。温度补偿的原理，如图2—7中 BG_3 电路A点电位，在温度升高时，通过 BG_3 管穿透电流 I_{CEO} 增大，而使A点电位升高，A点直接接至 R_{b1} 、 R_{b2} 的一端，在A点电位随温度升高后，使 R_{b1} 或 R_{b2} 的压降增大，则电容 C_{b1} 或 C_{b2} 放电的趋势变慢，起到了电路的振荡周期加长的

补偿作用。

表 2—1

第五节 施密特触发器 (SMT)

施密特触发器是靠外来信号的幅度触发翻转的。当输入电压幅度变到某一数值时，触发器发生翻转，这时输出电压发生突变。如果再继续向相同方向改变输入电压幅度时，则输出不变化；当输入电压幅度向相反方向

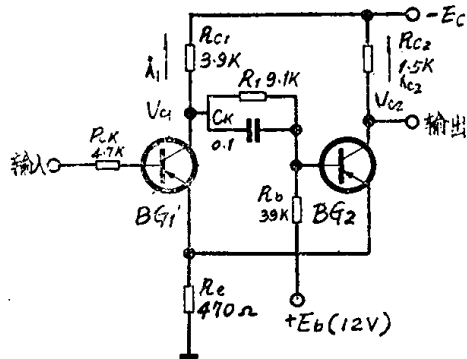


图 2—11 施密特触发器电路图

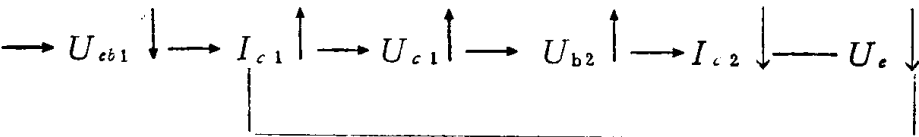
双稳态 输入 脉冲 初 始 状 态	A_1	A_2	A_3	A_4
0	0	0	0	0
第一个脉冲	1	1	0	0
二	0	1	0	0
三	1	0	1	0
四	0	0	1	0
五	1	1	1	0
六	0	1	1	0
七	1	0	0	1
八	0	0	0	1
九	1	1	0	1
十	0	1	0	1
十一	1	0	1	1
十二	0	0	1	1
十三	1	1	1	1
十四	0	1	1	1
十五	0	0	0	0

改变并达到某一数值时，这时触发器又翻转回来，则输出电压也回到原来初始状态。该电路常用在脉冲电路中作电压幅度鉴别用或把正弦波、锯齿波以及其他波形变换成标准的矩形波。本机采用施密特触发器是将多谐振荡器输出周期为10毫秒的脉冲信号，通过触发器，分别取出脉冲的前、后沿来达到接收外来信号调整提前或滞后 $\pm 25\%$ 。电路如图(2—11)所示。

电路说明：

施密特触发器在正常情况下，其中一个管子导通时，则另一个管子截止。只要改变输入控制电压，可使触发器由一种状态转换到另一种状态。它具有一个动作电压值和一个还原电压值。如果控制电压低于这两个值，则管子BG₁截止，U_{c1}接近于-E_c，经过R₁和R_b的分压作用使BG₂的基极得到足够的电压，保证BG₂导通。由于BG₂导通，在R_e上产生一个电压降，又使BG₁截止，电路处于稳定状态下。

假设控制电压U_入超过某一电压幅度则电路便产生下列正反馈连锁反应。



这种正反馈过程不断加剧，最后使BG₁导通，BG₂截止。如控制电压U_入减小到某一电压幅度，则BG₁由导通变为截止，BG₂由截止变为导通。产生类似上述正反馈连锁反应的逆过程。

第六节 计数器（分频器）电路

计数电路的作用是把输入脉冲的个数记录下来，在前面所讲的双稳态电路特点是在外界

信号触发作用下，电路就翻转到另一个稳定状态。

双稳态的这一特性即称作“记忆”，所以计数电路就是利用双稳态的“记忆”特性来进行计数的。

下面我们把双稳态接成计数触发电路，如图 2—12 即将两个输入端连结在一起，就构成了单级的二进位计数器。每输入一个正脉冲，双稳态电路就翻转，再输入一个正脉冲，电路又翻转回去。因此，这个双稳态电路就可以计两个数。假如在初始状态，双稳电路的左边是截止的，右边为导通的。这时双稳态电路我们称为“0”状态。经外来触发脉冲作用后，电路发生了翻转，即左边变为导通，右边变为截止，我们称此时为“1”状态。

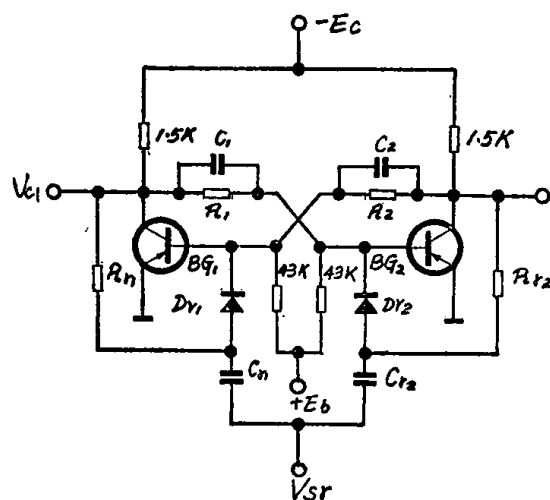


图 2—12 计数器接法的双稳态电路

现在我们用两个双稳态电路按计数的形式连接起来，假如原来二个双稳态电路都是处于我们事先规定的初始状态，即

“0”状态（左管截止，右管导通状态）。如果用数码表示此电路的状态就是“00”见图 2—13(1)。在输入端加一个正脉冲后，第一个双稳态电路翻转，

这时 $\bar{Q}_1$ 由 0 伏变为 -12 伏，出现了一个负阶跃，经微分后得一个负脉冲，由于负脉冲触发不了双稳态电路，所以对后一级双稳态电路不起作用，此时电路状态是“01”，见图 2—13(2)。在输入端加上第二个正脉冲后，第一级双稳态电路再次翻转，这时 $\bar{Q}_1$ 由 -12 伏变为 0 伏，出现了一个正阶跃，经微分后得到一个正脉冲，它使第二级双稳态电路翻转，此时电路状态变成“10”，见图 2—13(3)。在输入端加上第三个正脉冲后，第一级双稳态电路的状态又翻转， $\bar{Q}_1$ 又出现了一个负阶跃，对第二级不起作用，此时电路的状态是“11”，见图 2—13(4)，如果输入端再加上第四个脉冲，第一级双稳态电路又翻转，第二级双稳态电路也翻转，电路就回到原来初始“00”状态。在这里我们可以看出，第一级双稳态电路每输入一个正脉冲就翻转一次，而第二级双稳态电路需要每输入两个脉冲才翻转一次。这样构成的计数电路，就有四种不同的稳定状态，就能表示 0、1、2、3 四个脉冲数，而且分别记录下“00”、“01”、“10”、“11”四种状态。

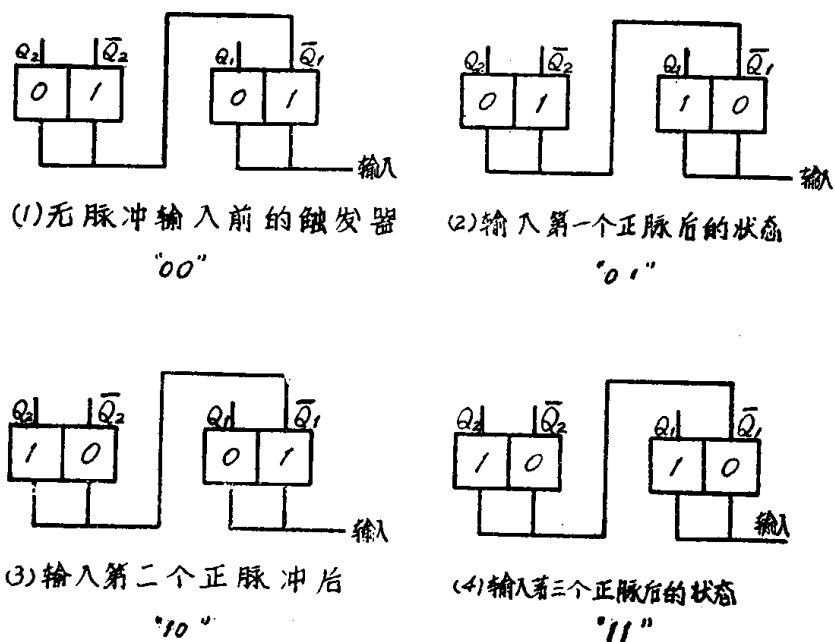


图 2—13 计数器电路

在输入端加上第三个正脉冲后，第一级双稳态电路的状态又翻转， $\bar{Q}_1$ 又出现了一个负阶跃，对第二级不起作用，此时电路的状态是“11”，见图 2—13(4)，如果输入端再加上第四个脉冲，第一级双稳态电路又翻转，第二级双稳态电路也翻转，电路就回到原来初始“00”状态。在这里我们可以看出，第一级双稳态电路每输入一个正脉冲就翻转一次，而第二级双稳态电路需要每输入两个脉冲才翻转一次。这样构成的计数电路，就有四种不同的稳定状态，就能表示 0、1、2、3 四个脉冲数，而且分别记录下“00”、“01”、“10”、“11”四种状态。

同样道理，如果我们
要记录更多的脉冲
数，就可以把多级双稳
态电路连接起来，来实
现计数的作用。如本机
发报电路中是用四个双
稳态电路构成15次分频
电路，如图2—14。

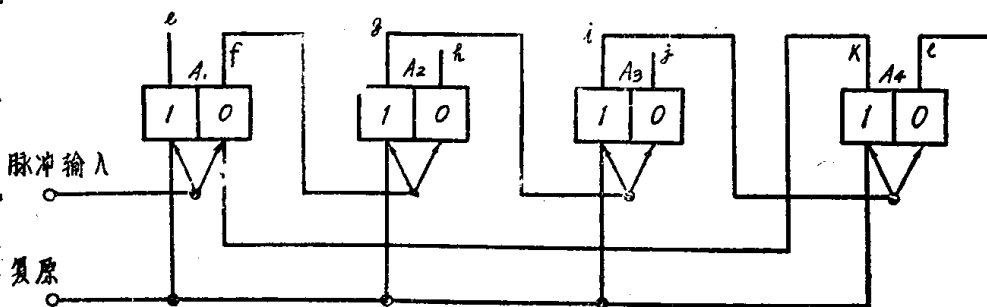


图 2—14 15次分频电路

15次分频电路说明如下：

在计数开始时，首先由复原信号将计数器置于初始复原状态。即 A_1 、 A_2 、 A_3 和 A_4 四个双稳态电路完全是“0”状态。当第一个输入正脉冲时， A_1 双稳态电路翻转，同时 A_1 输出一个正阶跃，使 A_2 计数器同时翻转，电路状态是“0011”。第二个正脉冲送来时， A_1 受正脉冲而翻转还原，其输出一个负阶跃，因而使 A_2 不翻转，此时电路状态是“0010”。当第三个正脉冲送来时， A_1 又翻转，这时 A_2 也翻转， A_2 翻转输出一个正阶跃使 A_3 翻转。所以电路状态是“0101”。在第四个脉冲送来时， A_1 又翻转还原， A_1 送出负阶跃， A_2 等不动。此时电路状态是“0100”，如此继续下去，如表2—1，本计数器应该能接收16个正脉冲，而形成16种电路状态。由于本机发送信号是7.5单位，即150毫秒一个周期。当外加正脉冲的周期是10毫秒，所以此分频器电路应做15次分频，所以本机电路结构在 A_4 双稳态电路中有一个反馈线至 A_1 双稳态电路，其目的在本电路接收15个正脉冲时，本电路立即还原至初始状态。

第七节 门电路

一、负与门电路（正或门）

负与门电路是由二极管和电阻组成。它是有二个或多端输入，一个输出的电路。其电路如图2—15所示。它的工作原理分以下四方面来讨论：

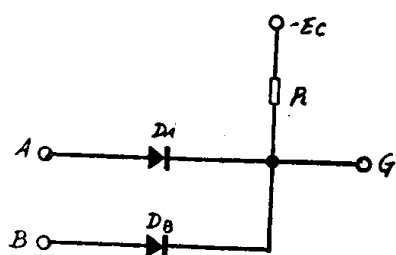


图 2—15 负与门电路

1. 输入端 A 和 B 都是地时（0伏时）， D_A 和 D_B 都处于导通状态，如忽略去二极管顺向电压降，其输出 G 为零伏。
2. 输入端 A 是零伏，输入端 B 是-12伏时， D_A 处于导通状态， D_B 处于反向偏压，所以 D_B 截止，其输出 G 为零伏。
3. 输入端 A 是-12伏，输入端 B 是零伏时， D_A 处于反向偏压而截止， D_B 处于导通状态，所以输出 G 仍为零伏。

4. 输入端 A 和 B 都是-12伏时， D_A 和 D_B 都处于反向偏压， D_A 和 D_B 全都截止，输出 G 为-12伏。

上面所讨论四种情况的结果用表2—2来表示，由表中可以看出，只有当输入端全是负信号时，输出端才有负信号，其余方式输出端都是地（无信号）。其波形见图2—16所示。

二、负或门电路（正与门）

负或门电路同负与门电路一样，也是由二极管和电阻组成。它的工作原理如下：我们仍以二个输入端为例，其电路如图2—17所示。它的工作状况也有四种。现分别进行讨论：