



电子世界

2

1980

张子



DIANZI SHIJIE

介绍几种国外的电子产品

▽这种家用的电子数字闹钟采用发光二极管显示数字，装有光强自动调节装置，在各种光线条件下都能清楚地指示出时间，起闹部分装有电子传感器，只要用手轻轻一触，就能暂时停闹。



△这台家用的电子缝纫机可以根据需要自动轧出八种不同形式的花纹，速度及针脚密度能自动调节。

△装在塑料盒里的是一套完整的电子积木，它由一块印制电路板和四十九种元、器件组成。只要按照图纸把相应的元、器件插在电路板上，就可以装配出收音机、电话拾音器、报警器、计数器、湿度探测器、音乐节拍器等几十种有趣的电子器具。

◁电子幻灯机，使用电影胶片，有自动和手动两种控制方式。



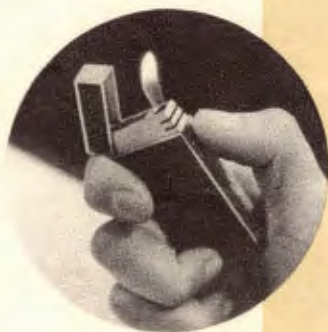
△这台收录机由立体声收音部分、四磁迹双音道立体声盒式录音机和电子钟三部分组成。通过电子钟定时，能实现自动播放。

▷这副眼镜式耳聋助听器设计得十分精巧，全部电路以及开关、音量调节旋钮、水银电池等都装在右侧的眼镜腿里。

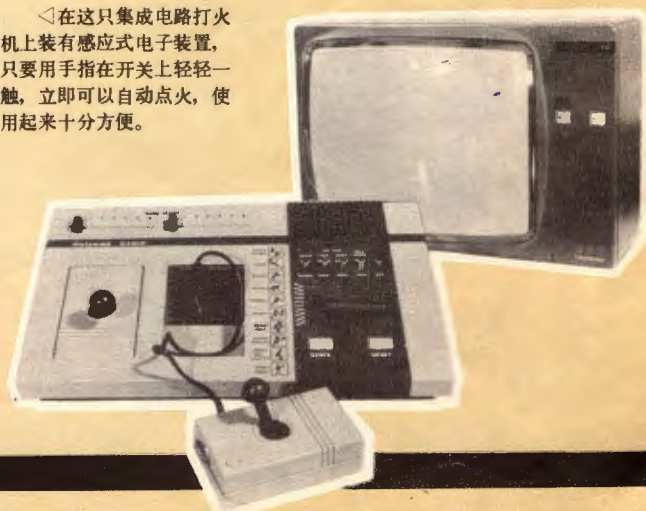


▽把这个电视游戏操作器与相应的电视机连接在一起，两个人各自操纵一个手柄，可以在电视机的屏幕上进行兰球、网球、足球、曲棍球和射击等游戏活动。

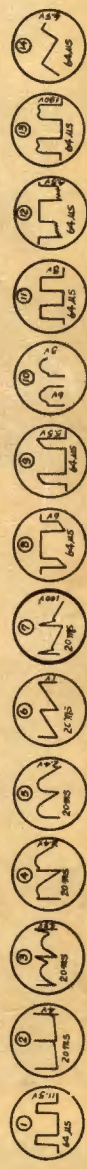
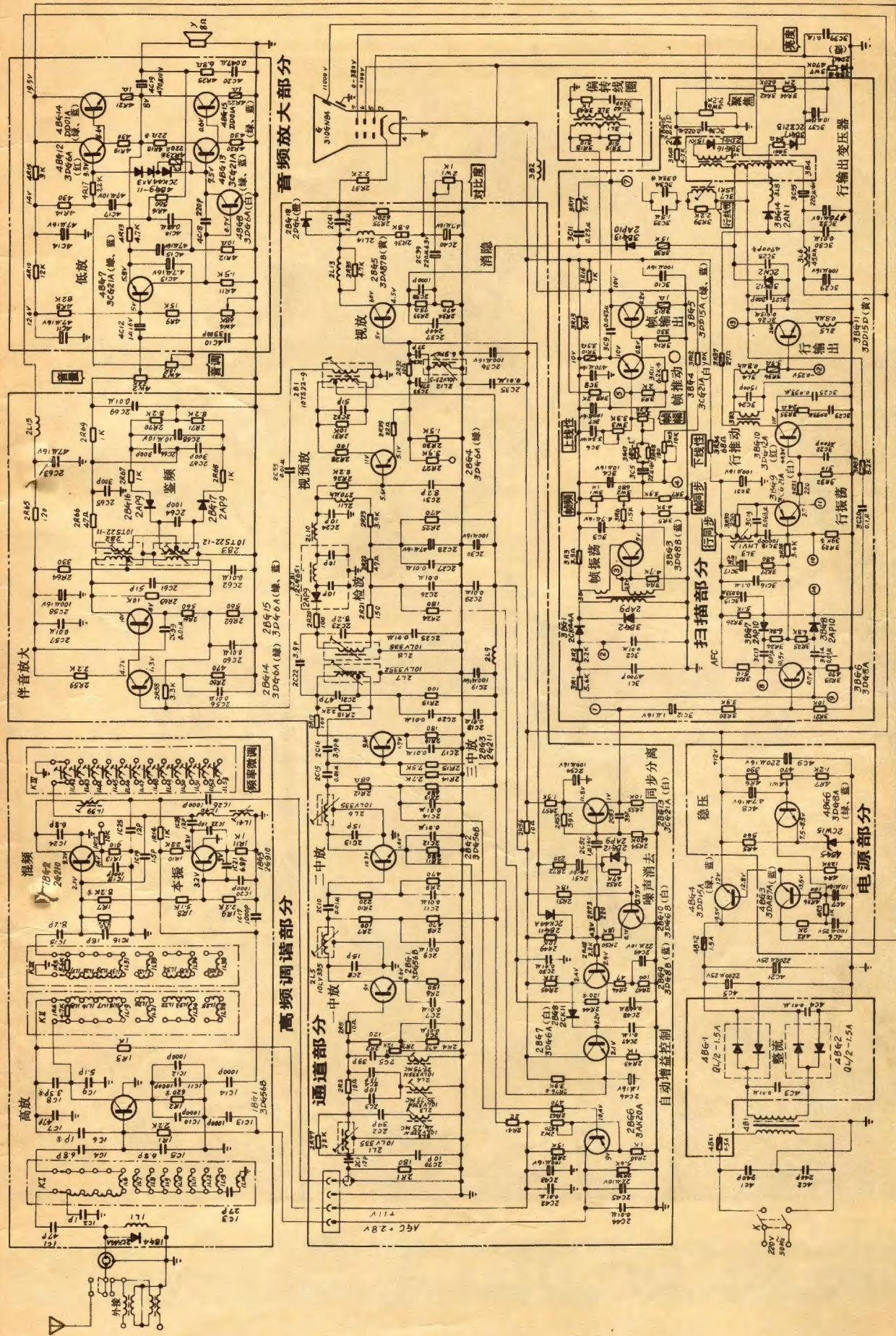
◁在这只集成电路打火机上装有感应式电子装置，只要用手指在开关上轻轻一触，立即可以自动点火，使用起来十分方便。



◁一种便携式无线电话机，固定频率为26.968兆赫，功率为500毫瓦。



飞跃牌 12D1A 型电视机原理图





电子世界

1980年第2期
(总5期)

中国电子学会各专业委员会
主任、副主任名单

目 录

现代电子技术

- 数字通信.....吴佑寿 (2)
雷达天线的新秀
——相控阵天线.....刘瑞祥 (4)
流星余迹通信
.....刘增基 李国健 徐克明 (6)
现代化的工具
——工业电视.....张维力 (16)

电子新闻..... (10)

接近光速的计算机电路 计算机自动停机装置 电力线载波
单边带通信设备 会说话的手表 两种超薄型石英电子手
表 频率合成收音机 烧煤气的烙铁 液晶体温计 可与
石英晶体竞争的“超音叉”薄膜压电材料 (激光(雷)达
1980年电子学会议及展览会预报(中))

电子计算机浅谈(4)

- “指令”是怎样表示的?.....王玉龙 (12)
电子计算机是怎样识别声音的.....吴文虎 (18)
盒式磁带录音机的使用与维护.....刘宪坤 (14)
观看电视与眼睛保护.....邹家祥 (9)
漫话扬声器上的面网.....田寿宇 (22)

半导体电路知识(2)

- PN结和二极管.....苏 舫等 (18)

电子文艺

- 侦察员被捉记(科学故事).....刘云鹏 (20)
电波的历史(快板).....甘本祚 (20)

学习与思考

- 国际合格电子技术员测验(5)..... (23)
求等效电阻(2).....王化棠 (25)

科技史话——静电时代的开拓者

-张晋纯 宋东生 (24)

革新与应用..... (26)

介绍两种液面控制电路 感应脉冲转速表

实验与制作..... (28)

入门篇(1)——和初学者谈焊接 倒相式音箱的设计与
制作 飞跃牌 12D1A 型电视机电原理图

封面、封底说明..... (3)

1. 真空电子学学会

主任委员: 胡汉泉
副主任委员: 周国铨 陆钟祚 张恩虬 单宗肃 吴祖恺
王 迁 刘盛纲

2. 半导体与集成技术学会

主任委员: 王守武
副主任委员: 武尔桢 谢希德(女) 黄 敏

3. 电子元件学会

主任委员: 陈克恭
副主任委员: 郭以述 尹绮华(女) 章士瀛 曲喜新
秦亦山 赵 璞

4. 电子测量与仪器学会

主任委员: 李 洪
副主任委员: 周立基 王承武 乔石琼(女) 吴咏诗
张世箕 贺名琛 常新华

5. 电子线路与系统学会

主任委员: 冯秉铨
副主任委员: 沈光铭 常 迥 魏鸣一 成众志

6. 微波学会

主任委员: 黄宏嘉
副主任委员: 林为干 鲍家善 陈涵奎

7. 天线学会

主任委员: 茅于宽
副主任委员: 任 朗 李 蕊 谢处方 陈敬熊 钟吉生
汪永年 王端骥

8. 电波传播学会

主任委员: 吕保维
副主任委员: 黄席椿 沙 踪 龙咸灵 周 炜

9. 信息论学会

主任委员: 蔡长年
副主任委员: 陈太一 吴佑寿 陈宗鹭 胡 征 徐秉铮
钱惠生

编 辑 出 版

中 国 电 子 学 会
《电 子 世 界》杂 志 社
(北 京 七 五 〇 信 箱)
一 二 〇 一 工 厂 局
北 京 报 刊 发 行 局
全 国 各 邮 电 局
中 国 国 际 书 店
(北 京 三 九 九 信 箱)
代 号 2-892 定 价 0.22 元 每 月 15 日 出 版

印 刷

总 发 行

订 购 零 售

国 外 总 发 行

代 号 2-892

数字通信

数字通信是一个正在迅速发展的技术领域。在科学研究、生产实践和日常生活等人类社会活动的几乎所有领域都起着越来越重要的作用。现在,人们是不出户,可以在家里向火车站或航空港询问车次或航班,订购车票和机票。企业管理人员在控制室内能够直接了解生产情况,进行调度,指挥生产。科研人员可以在办公室里向世界各地的图书馆检索书刊文献,在电视屏幕上迅速得到回答。技术工作者可以把需要计算的数据送给计算中心,并迅速得到准确的答案,在打字机上打印出所需的结果和图表。当前人们又提出了种种大胆的设想,并正在做着踏踏实实的研究工作,让科学技术在更高的水平上为人类服务。可以想象,在不久的将来,人们不再需要报纸和刊物,更不需要邮递人员辛勤奔波,挨家挨户投递了,读者只要按一下电视机的按钮,就可以看到当天的新闻或阅读某一期的刊物,所有这一切都已不是科学幻想,而是生活中的现实。而这一切之所以成为可能,是和日益发展的数字通信技术分不开的。

关于数字通信,有人会觉得陌生,是尖端,太神秘!其实它的道理很简单,只用“0”和“1”两种符号就可以传递各式各样的信息。很早很早以前,我们的祖先就曾应用这种原理来实现远距离通信。公元前殷周时代的烽火台可以说是世界上最早的数字通信设备。烽火台“点火”代表边防告警,“不点火”代表平安无事。用现代的语言来说,这就是利用光信号来传送“1”和“0”

(点火和不点火)两种符号。电报则是用电信号来传递信息的较简单的数字通信,它也已经有一百多年的历史。现代的数字通信和烽火报警或电报的原理是一样的,它也是利用0和1两种符号来传递信息,如数据、资料、文字以及语音、电视图象等等。

只用0和1两种符号,怎么能够表示各种信息呢?为了说明这个问题,先从日常的计数方法讲起。

大家知道,采用十个阿拉伯数目字0、1、2……9,就可以表示任何一个自然数。例如“二十五”可记为“25”。它共有两位,分别代表十位(10^1)和个位(10^0),因此 $2 \times 10^1 + 5 \times 10^0 = 20 + 5 = 25$ 。这种计数方法是十进制,即逢十进一。

计算机用的计数方法是二进制。什么是二进制呢?二进制就是:每一位数只有0和1两种符号,它们是逢二进一,例如 $1+1=10$ 。这里“10”所代表的数值是二,不是十。所以同样是“二十五”这个自然数,应记做11001。它共有五位数,分别代表 2^4 , 2^3 , 2^2 , 2^1 , 2^0 五种数值。因此,这个数字序列所代表的数值是 $1 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 = 16 + 8 + 0 + 0 + 1 = 25$ 。

按照上述方法,推而广之,采用0和1两种符号也可以表示任何其它信息。电报就是我们所熟悉的一种,在五单元制的电报系统中,用11000代表A,10111代表B,等等。将0、1两种符号按一定规律排列(即编为一串数字),以表示某一信息的方法叫做“编码”,所得的符号组合叫做“代码”,每一位二进

制码叫做一“比特”,数字信号的传送速度叫做数码率,即以每秒钟内传送多少个比特来计算。我国采用的电传电报的数码率是50比特/秒,用于计算机的数据传输的数码率一般是几百至几千比特/秒。

电话信号和任何其它连续变化的信号叫做模拟信号。模拟信号可以用编码的方法变成数字信号。它是通过模拟-数字转换设备或编码器来实现的。这就是所谓“脉码调制”,也叫模-数转换。图1是把模拟信号变为数字信号的示意。(a)中连续变化的曲线是电话信号的波形, E_1 、 E_2 、 E_3 等表示在时刻 t_1 、 t_2 、 t_3 电话信号的瞬时值(叫做采样值)。利用二进制编码可以把它们

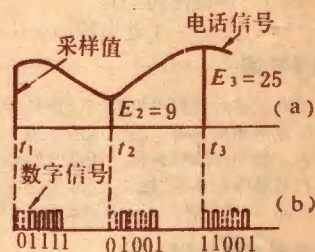


图 (1)

变为数字信号。例如,设 $E_1 = 15$,则可编成01111; $E_2 = 9$,则编成01001(图1b中虚线脉冲代表0,实线脉冲代表1)等等。理论和实验表明,只要采样点足够密,代表每一采样值的比特足够多,编码后的数字电话信号就能满足通信的要求,对话音质量没有影响。目前采用的一种标准是:每秒钟8000个采样点,每个采样点用8比特编码,因而每一路电话信号的数码率是 $8000 \times 8 = 64,000$ 比特/秒。电视信号比



电话信号的频带要宽得多,把它编成数字信号时要用更多的比特。这方面的研究工作目前还不够成熟,有的数字电视信号的数码率达100多兆比特/秒,采用特殊方法可以把它降低到几十兆比特/秒。总之,数字电视信号比电报或电话信号的数码率要高得多。

讲到这里有人会提出疑问:为什么要把模拟信号变成数字信号再进行传送呢?换句话说,数字通信有些什么优点呢?

抗干扰能力强是数字通信突出的优点。大家知道,信号在传输过程中如果信道不够好,就会产生失真或混进有害的杂波,影响通信质量。上面讲过模拟信号是连续变化的,它可以具有任何数值,如图(2a)



图(2)

的实线所示。因此,信号如果失真(即它的波形有所改变)就很难复原,混入的干扰也不易去掉,因为我们无法区别哪一部分是有用信号,哪一部分是有害的干扰。数字信号的情况恰好不同。它的每个码子只

有两种符号,表示这两种符号的波形差别很大,例如在图(2b)中,符号“1”的波形是矩形脉冲,符号“0”则是零脉冲(即不发送脉冲)。这些波形在传输过程中会产生失真,如图2c所示:矩形脉冲的前沿变斜,后沿拖一尾巴,同时还混入了干扰。尽管如此,从图中所示的情况仍可以直观地看出,只要失真和干扰不是太大,我们还是能够辨认各个波形所代表的符号,得到原来的数字信号。换句话说,我们可以把信号中的失真和干扰去掉,恢复原来的数字信号的波形,这种作用叫做整形,也叫做再生。

数字信号用于远距离通信时,距离越远,信号的失真和混入的有害杂波就可能愈大。在这种情况下,对波形的识别(即判断某个波形所代表的符号)发生差错的可能性就增加。为了解决这个问题,通常把整条通信线路分成若干段,相邻两段线路之间设一个“再生站”,数字信号经过一段较短的线路传送后,即进行整形,把失真和干扰去掉后再向上传送。这样,失真和干扰不会越积越大,对波形的判别就不容易发生差错,从而提高了通信的质量。

表示数字通信系统质量的指标是“误码率”。一般系统的误码率是 10^{-3} 或 10^{-4} ,即一千个或一万个电码中只有一个错码。数字电话通信系统的误码率要求低于 10^{-7} ,即在一千万个电码中,误码数目不应多于1。可以想象,这样的指标是很高的。

信号实现数字化以后,加密和解密都比较容易,因而提高了保密

性。此外,数字电路容易实现集成化,体积小,耗电低,可靠性增加,这些都是数字通信的优点。目前,中、低速的数字通信已经广泛应用,但是大容量的数字通信还处于研究、发展阶段,技术还不十分成熟,成本较昂贵。但是这些都是暂时的问题,在可以预见的将来,数字通信必将取代模拟通信,成为现代化社会所必不可少的工具。

封面、封底说明

封面 杭州录音机厂最新生产的这种盒式双通道跟读录音机是为学生作语音练习而设计的,它能使磁带在二分之一带宽上分别录上两道音迹。使用时,将教师的发音先录在“T”轨上,学生通过耳机随着教师的发音立即跟读,这时学生的发音就录到“S”轨上,按下放音键,则教师和学生的发音可同时放出。如果学生觉得自己的发音与教师的发音有差异,则可重新跟读而教师的发音不会抹去。如果需要,学生也可以单独收听自己的发音。

(左万昌 摄影)

封底 最近,江苏淮安无线电厂为广大消费者生产了一种物美价廉的JDQ-3型组合式音箱。它是由低频放大器、中波收音机和两速电唱机组成的,造型美观大方,音质优美动听,适合一般家庭使用。

(左万昌 摄影)



雷达的新秀

刘瑞祥

随着飞行目标速度的不断提高，特别是五十年代导弹的出现，目标的速度已为音速的20余倍。因此，要求近代雷达能在更远的距离上发现目标，跟踪目标，以满足报警、防空的需要。相控阵天线技术正是在这种因素的推动下，获得了迅速发展和广泛应用。采用相控阵天线体制的雷达——相控阵雷达，今天已被誉为“第二代雷达”。

雷达天线的作用

雷达是英文缩写 Radar 的译音。它的原意为无线电定位，就是用无线电的方法测定目标（飞机、导弹、舰只等）在空中或海上的位置。为说明天线在雷达中的地位与作用，先简要地介绍一下雷达是怎样测定目标位置的。从图1可以看出，只要测出目标的斜距、仰角和方位角，就能确定目标的位置。斜距是雷达与目标之间的直线距离。仰角是斜距与水平面之间的夹角。方位角是以北方作基准，目标方向与北方所夹的角度。先说明雷达和目标之间的斜距是怎样测量的。众所周知，电磁波在空间的传播速度为 3×10^8 米/秒，电磁波遇到金属体要产生全反射。如果我们能知道断续发射的电磁波

出发的时刻($t_{发}$)，又能测出目标反射的那部分电磁波返回到雷达的时刻($t_{收}$)，就能测出电磁波在雷达和目标间的往返时间($t_{收}-t_{发}$) (图2)。

$$\text{故 斜距} = \frac{3 \times 10^8 \text{ 米/秒} \times (t_{收} - t_{发})}{2}$$

这是雷达测距的基本关系式。

$t_{发}$ 和 $t_{收}$ 的测量由雷达中的专用设备来完成。

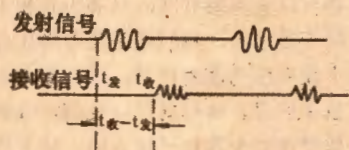


图2 雷达测距原理

现在来说明雷达的定向，即测量目标仰角与方位角的方法。雷达测向与探照灯寻找飞机方向的方法相同。探照灯将发散的光聚集成细圆柱形的光束。此光束能旋转于仰角和方位角的各个方向上，并且当照住目标之后能一直跟踪，“抓住”目标不放。显然，光束的方向即目标的方向。而目标的仰角与方位角可以从探照灯刻度盘上很方便的读出。可见探照灯将光聚集成束，不但可增加光的亮度使之照射得更远，而且还能确定光束的方向即目标的方向，从而实现了测向的要求。这一功能在雷达中是由天线来完成的。

天线在雷达中起着两个作用：

①天线是一个换能器。它能将发射机的高频电流能转换为空间电磁能（即空间电磁波），或将空间电磁能转换为接收机的高频电流能；②天线能将电磁波聚集成束（称为波束），辐射到所要求的方向上去。反

之，天线也只能收到由此方向上反射回来的目标回波。与探照灯一样，波束的方向即目标的方向。很显然，若天线不是定向辐射，即使辐射很强的电磁波也是无法测定目标方向的。所以雷达正是利用天线的定向辐射特性有效地实现了目标位置的测量和跟踪。

新的要求

雷达至今约有四十余年的历史，天线的种类和形式也很多。但就其应用的范围和数量而言，反射器天线和阵列天线是它的两种主要形式（图3）。在相控阵天线问世以前，天线波束的移动（称为波束扫描）是靠机械旋转天线来实现的。天线的扫描受机械旋转的限制。一个大型的近代天线，它的重量为几十吨到几百吨，它的尺寸可达30米（直径），面积可占 40×40 米²，转动起来很笨重，甚至不能转动。天线转动一周往往要花费几秒钟时间，因此，波束扫描速度慢且不灵活。采用此种天线的跟踪雷达，每次仅能跟踪一个目标。一旦“抓住”目标，搜索目标的工作即告停止。

近代技术要求雷达能在更远的距离上发现目标，跟踪目标，预报目标的位置和攻击方向，并能及时地指挥引导飞机、导弹拦截目标。这首先就希望把天线的波束聚集得更细，成为“针状波束”，更有效地集中能量于目标方向，以增加雷达的探测距离与定向精度。然而用这样一根针状细波束去搜索整个空间（相当用它依次布满整个空间），这将花费更多的时间，波束扫描速度慢，就会顾此失彼。犹如“麻杆打苍蝇”，很难抓住目标，造成漏失。解决远距离要求的细波束与目标漏失的矛盾，行之有效的办法就是提高波束的扫描速度。如果使波束的扫描速度快到对目标速度来说，相当用波束“同时”布满空间，那么雷达就一定能捕获目标。

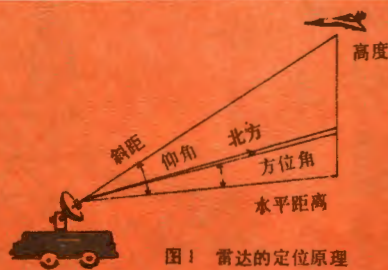


图1 雷达的定位原理

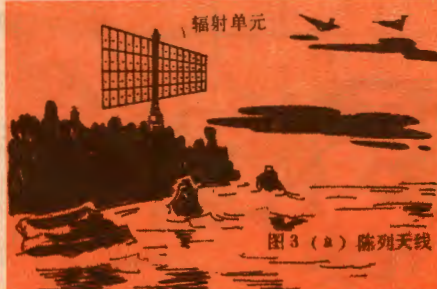


图3 (a) 阵列天线

此外,还希望在波束搜索过程中发现目标之后,先将目标位置数据储存起来,然后搜索一会儿,返回来跟踪一次,实现边搜索、边跟踪的功能。有的还要求雷达能兼任指挥引导等任务。显然,这就希望有更高的扫描速度,并要求波束能灵活自如。正是基于这种原因,在阵列天线基础上提出的相控阵天线,就成了近年来人们研究的“热门”。

巧妙的方法

增大天线的尺寸即能获得针状波束。那么如何实现波束的灵活、高速扫描呢?这要从波的相干原理谈起。当我们向水中投入两个石子时,在它们的周围激起层层波浪。两个石子各产生一组水波,由近及远地传播。当两组水波渐渐重叠时,你会发现有些地方波浪起伏加剧,有些地方波动反而削弱了。这种现象称为波的相干或干涉。波的相干使得波的起伏有些地方加强有些地方减弱。为说明此种现象,假设有两组波,频率一样(每秒钟内波动次数相同),幅度一样(上下波动的起伏程度相同)。在两组波相重叠时,若同为波峰(或波谷),以后并周期性地重复(称“相位”相同或同相)。这两组波波动相叠加的结果,使波

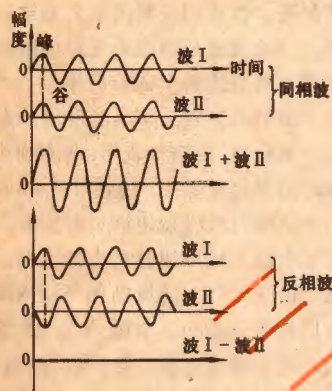


图4 相位在波相干中的作用

的幅度增大一倍。若这两组波相重叠时,波峰与波谷相对应(图4),并周期重复(称“相位”相反或反

相),波动抵消的结果,波的幅度为零。由此可见,当两组幅度相同的波相重叠时,相位相同幅度增大一倍,反相幅度变为零。相对“相位”介于两者之间的,幅度亦介于上述两者之间。这就说明了“相位”在波动叠加中的作用。

阵列天线是由许多辐射单元(辐射电磁波的小天线)按一定要求排列成“阵”而成(图3(a))。当阵中每个单元辐射的无线电波的相位在天线正前方同相时,各单元辐射同相叠加的结果,使得辐射在此方向上最强。而在其它方向,由于相位不同则相互削弱、抵消,从而形成一个波束。如果我们用电子控制的方法改变阵列天线中每个单元的辐射相位,使它们在所要求的方向上都同相,那么在此方向上同相叠加辐射最强,而其它方向上则相互抵消。这样便构成一个方向可变的波束。因此,控制每个单元的辐射相位,就能改变波束的方向,而天线是不动的。图5以相位扫描天线(用相移器改变单元辐射相位)为例说明相控阵天线的特点。每个相移器的相位是由计算机算出和控制的。因此波束扫描速度是很高的,并且波束控制也非常灵活。这种电子扫描波束被誉为无惯性的“轻便”波束。

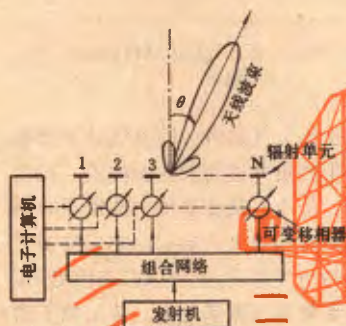


图5 相位扫描电控原理

奇特的雷达

由于相控阵天线波束扫描速度大约为机械扫描的100万倍,而且

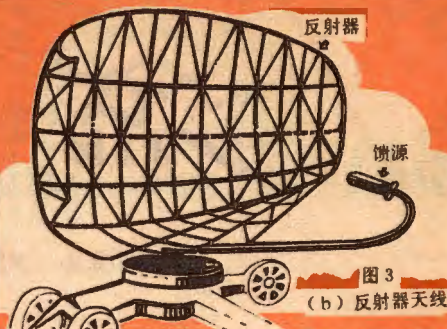


图3 (b) 反射器天线

控制非常灵活,这就为它在近代雷达中的应用提供了广泛的前景。采用此种天线体制的相控阵雷达,不仅能用针状细波束作全空域的搜索,而且可以边搜索、边跟踪。它不仅可边跟踪、边搜索,还可同时完成引导、拦截、指挥调度等多种任务。一个大型舰只往往要装备七、八种不同类型的20~30部雷达。采用此种雷达只要2、3部就可以了。一般雷达仅能跟踪一个目标,而一部相控阵雷达却能同时跟踪几十到几百个目标。近年来愈来愈多地采用有源天线单元组件。这种单元组件是在原来的辐射单元的后面接上一个晶体管放大链(作发射源)和一个低噪声前置放大器。这不仅能获得极大的发射功率,从而增加探测距离,而且有效地提高了雷达的可靠性,在5%~10%辐射单元失效的条件下,雷达仍能正常工作。

相控阵天线独特的优点,已使它发展成为一种新型的天线体制和技术。但是,昂贵的成本和系统的复杂性,还是目前实际应用上的限制性因素。

(上接第9页)

名称,构成一个字表,也就是说存入了北京、上海、天津……的标准样值(样板)。当我们呼入“北京”这一个待识别的城市名称时,计算机就会令其依次与北京、上海、天津等32个城名的标准样值作比较,算出32组 Δ 值,比较这32组 Δ 值,从 Δ 最小这一点,判断出待识别的语音与训练时存入的“北京”语音样板最接近。这时,计算机就把这一语音的名称“BEIJING”用电视机显示或用打字机打印出来,识别此音即告成功。

流星余迹通

刘增基 李国健 徐克明

在天气晴朗的夜晚，当你仰望漫天星斗，不时可以发现一颗明亮的流星划破长空，飞驰而过，蔚为壮观。这是人们肉眼所能见到的流星。天文工作者用光学望远镜，可以观察到更多较暗的流星，但是这也还只限于晴朗的夜晚。在本世纪四十年代到五十年代，科学家开始利用雷达观察流星，结果又发现更多更暗的流星。它们不仅在夜晚而且也在白天出现，每小时不是只出现寥寥数次，而是成百成千次。既然雷达能够探测到流星，那就说明雷达波可以部分地从流星反射回来。我们知道，普通无线电广播和电报用的中、短波，是利用高空的电离层对它们的反射而向远处传播的。但是比中、短波波长更短的超短波和微波却不能利用电离层，因为对中、短波来说它像一面镜子的电离层，对超短波却是透明的。现在发现流星能反射雷达波，就为超短波和微波提供了一种反射镜，于是有人提出了利用流星回波进行远距离通信的设想。今天，这种设想已成为现实。流星这一瞬间即逝的现象已成为远距离通信的传输媒介。

流星余迹——超短波的反射镜

为了了解流星同通信的关系，我们需要从流星的物理特性谈起(图1)。

流星是宇宙空间体积和质量都很小的星体，有的象针尖，有的象砂粒，同地球相比简直微不足道。但是，它们为数众多，能量不小，不可忽视。据统计，每昼夜射入地球大气层的质量在百万分之一到十万分之一克之间的流星，总数就以百亿计。在太空中，流星的数量大

体上同它们的质量成反比关系，也就是说，质量愈小的，数量愈多。我们观察到的流星，同地球一样，都是太阳系的成员，可以说是地球的“小伙伴”。在他们绕太阳运行的过程中，如果接近地球，那么就被地球吸引而射入大气层。流星相对于地球的运动速度高达每秒12到72公里。如果它们射到地面上，将比同样质量的子弹厉害十倍。万幸的是，当他们射到离地面80到120公里左右的高空就烧毁了。为什么会烧毁？流星粒子质量虽然小，但是动能却相当大。当它穿过具有适当

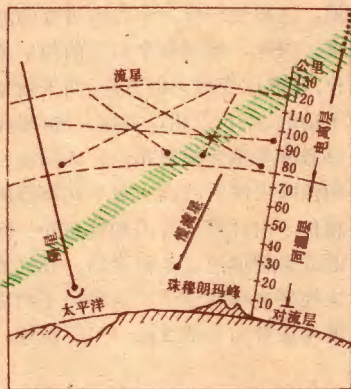


图1 进入地球大气层的流星和陨石

密度的大气层时，同空气分子摩擦产生高热并进而发光而烧毁。在这个过程中，从流星体中蒸发出的原子具有相当大的动能，它们撞击周围的空气原子，就可以打出电子，从而使空气原子电离。流星粒子边前进，边蒸发，边电离。结果，在流星所划过的路途上，就留下一个细长的电离气体柱，称为流星余迹。人的眼睛、望远镜和雷达所观测到的并不是流星本身，而是它的余迹(图2)。

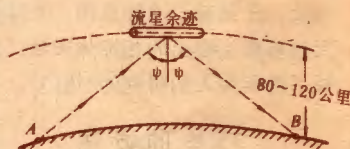


图2 通信时电波在流星余迹上反射(A为发射机，B为接收机， ϕ 为射入角和反射角)

绝大多数流星都在大气层烧毁，但是也有例外。有的重达几十公斤甚至几吨的流星，在穿过大气层时没有烧尽而可以一直打到地面上，这些通常叫做陨石或陨铁，但这是罕见的。1975年落在我国东北吉林地区的大陨石就是其中一例。陨石同超短波通信没有多少关系，我们不去谈论它。同通信有关的流星，其质量最大的不超过一公斤，最微小的可能只有百万分之一克。至于更小的微流星，称为宇宙尘埃，它们只是缓慢地下沉，并不形成电离余迹。当我们说到流星余迹通信时，指的流星是能在大气层烧毁并形成电离余迹的宇宙小星体。

流星余迹较为集中的区域约在90公里高空。由测量表明，余迹刚形成时的半径比较小，约在0.5~4.5米的范围内，以后逐渐扩散膨胀。流星余迹在刚形成时是十分直的，随后由于大气上层风的作用而逐渐变成弯弯曲曲的。余迹在形成之后，电子密度逐渐下降，最后消逝。余迹的“寿命”是很有限的，大多数小于1秒，平均“寿命”约半秒钟。但是也偶尔出现“寿命”长达几十秒以至一、二分钟的余迹。正是由于流星余迹集中了比较密集的电离气

体，而使它对一定频率范围的无线电波（如超短波）的作用就好像一个金属圆柱体，会对电磁波产生反射或散射作用。这就是雷达能探测到流星的原因。

人的认识是有一个过程的。大约在四十年代，人们在研究电离层散射通信的过程中，经常发现短时间的强信号。这些信号是“迸发”式的，每小时可以出现几百次，它们的平均持续时间约为半秒钟。这些信号实际上就是由于流星余迹反射电波而造成的。起初人们认为，这些是一种对通信有害的干扰，想把它们排除。然而，到了五十年代初，有人就设想利用这些大而短的信号来传输信息。当然，沿用一般无线电通信的方式，这些信号显然是用不上的，因为持续时间不到一秒钟的短迸发，还不够呼叫用呢！为了利用这些短信号，必须加快传输的速度，让一秒钟顶几十秒钟用。基于这样的设想，利用流星余迹的瞬间快速通信的设想提出来了。经过反复试验，终于获得了成功。那么，流星余迹通信到底是怎样进行的呢？

从待发待收到抢发抢收

流星余迹超短波通信（图3）可用于一般无线电报、传真电报和无

里的两点。每端都要有发射机、接收机、天线、控制器和终端设备。发射机功率500~2000瓦。接收机灵敏度要足够高。天线应当采用定向天线，它的波束要能照射通信距离中点上空90公里处。控制器的作用是控制双方的通信和处理来往的信息。终端设备的基本部分是存储器，就是电子计算机中那样的磁心存储器或磁带存储器。

整个系统的工作有两个状态，一个叫待发状态，一个叫迸发状态。由待发到迸发要经过起动过程；而由迸发返回待发状态要经过停动过程。当收发天线共同照射的空域内没有合适的可用余迹出现时，系统处于待发状态。在此时，就将需要发送的报文存入发送存储器准备着。为了随时发现可用余迹，A端控制器通过发射机向对方发送一种试探信号。B端控制器监视接收到的试探信号的强弱变化，也就是监视是否有可用余迹出现。如果这个控制器确认有可用余迹出现，就发一个回答信号。A端收到回答信号就完成了起动过程。系统转入迸发状态，双方开始快速发报和收报，直到可用余迹的消失。这种起动过程同一般通信的呼叫过程相似，但它不是由人工而是由机器自动完成的，占用的时间仅为四、五十分之一秒。一旦转入迸发状态，系统应当

正差错，要采用抗干扰编码。随着可用余迹的逐渐消失，接收信号的强度将逐渐下降，差错将不可避免地发生。控制器按照编码的特殊规则，对接收码组逐个检查，一旦发现错误，就命令暂停发报，而发出要求对方重发的指令。对方根据指令相应重发若干个码组。如果重发码组还是有错，那就再次要求重发。如果连续出错若干次，那就认为信号已减弱到不能维持快速通信的程度，控制器就命令系统转入待发状态，等待利用下一个流星余迹。

有一利必有一弊

流星余迹瞬间快速通信的方式有什么优越性呢？这是一种超短波的远距离通信，工作频率范围是40到80兆赫，所用发射功率不大，而通信可靠度比短波远距离通信要高，对于建立中心城市同边远地区之间的联系具有重要意义。由于它与电离层的昼夜和季节的变化无关，因此，可以用一个固定的频率工作，不用经常变动。在太阳黑子爆发引起电离层骚动或核爆炸条件下，仍然可以维持通信。由于流星余迹传播具有强的方向性，加上瞬间快速的工作特点，因此这种通信具有较好的保密性，在地球的两极地区，短波通信经常中断，流星余迹通信更显示出它的优越性。

流星余迹通信的主要缺点是，由于余迹出现具有随机性，通信过程中有时存在若干分钟的等待时间，因此难以应用于实时性要求很高的场合。现在，科技工作者正致力于缩短通信的等待时间，以便各种大小的流星更好地为人类的通信事业作出贡献。

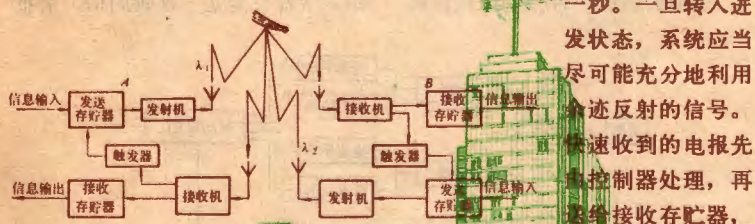
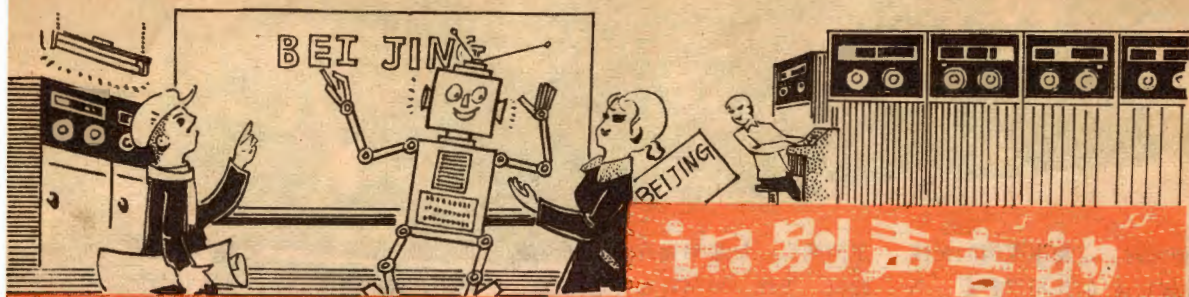


图3 利用流星余迹反射的超短波通信示意图

线电话等。这里以电报为例来说明。流星余迹瞬间快速电报通信系统的两端，配置于相距500至2000公

里。只要接收电报码组没有差错或没有不可纠正的差错，快速通信就不停地进行。为了发现并纠



识别声音的电子计算机是怎样

吴文虎

谢景臣题图

科学幻想影片《未来世界》里的机器人，具有听话、说话的人工智能，这件事并非虚构。随着电子计算机科学技术的飞速发展普及，让计算机听懂人的话，并按照预先设计的逻辑判断功能回答问题或进行某种操作，是完全可以办得到的。下面简单地谈一下计算机是怎样识别语音的。

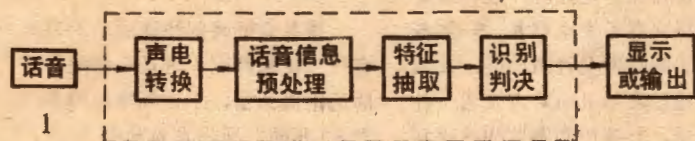


图1是语音识别的原理框图。基本结构有四部分。

1. 声电转换部分 主要功能是将人说的话转换成电信号，要求噪声小、保真度高。用质量好的话筒就能办到。

2. 语音信息预处理部分 主要功能是将经声电转换的电信号预先进行加工，如去除噪声、放大、滤波、判别语音开始和结束、幅度规范化和时间规范化等等。什么是幅度规范化和时间规范化呢？比如我们对着话筒说“啊”字。经过声电转换以后，这个“啊”字成了随时间变化的电信号。如果这个字说得轻而长，则电信号的幅度要小，时间要长；如果说得响而短，则电信号的幅度大，时间短。同一个字，前后说得不同，就会被识别成不同的字，造成错误。规范化的作用是把响度不同，时间长短不同的同一个字，

规范成幅度相同，时间长短相同的电信号，以保证识别判决的有效性。

3. 特征抽取部分 主要功能是从已放大并规范化了的语音信息中抽取具有代表性的能够反映语音本质的特征信息，以供识别。这是语音识别的核心部分。特征抽取得好不好，将直接影响识别的效能。目前用得较多的有：语音波形过零点的次数、语音的频谱、共振峰的位置、音调、能量等等。在用线性

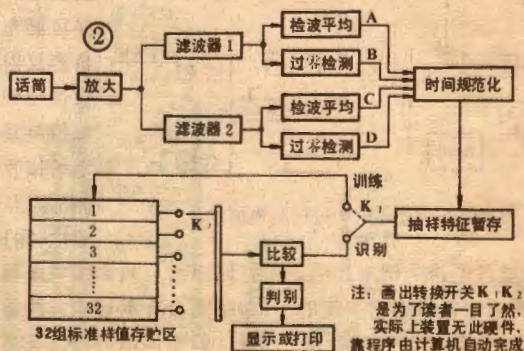
预测法识别语音时，则是抽取代表语音的预测器的系数。

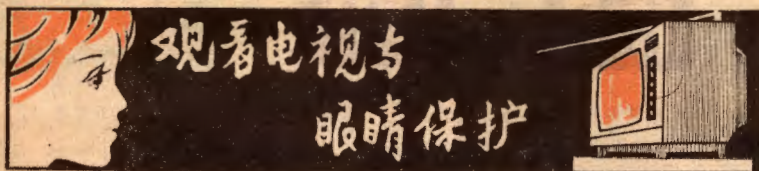
4. 识别判决部分 主要功能是依据所抽取的特征，按某种规定的判决规则，对输入的语音进行识别，判断它是那一个字，那一句话。

下面举一个简单的实例来说明计算机识别语音的步骤。

这个实例以一台微处理机作核

心，配上话筒、放大器、滤波器、过零检测器等电子部件，可以识别32个口呼语音。图2画出了这台语音识别装置的框图。口呼语音由话筒进行声电转换，预放大后馈给两个并联的带通滤波器，这两个滤波器的频带分别为100~900Hz和900~5000Hz。这是考虑到人的声道的物理声学特征，即所谓前两个共振峰频率而专门设计的，其目的是为了反映语音的本质特征。滤波器的输出信息，一是经过检波平均电路得到声音的能量信息；二是经过过零检测电路得到声音的频率信息。这样，就在每一个采样的时间间隔中抽取了四个信息，两个频率信息，两个能量信息。即A——第一频带的能量信息，B——第一频带的频率信息，C——第二频带的能量信息，D——第二频带的频率信息。A、B、C、D这四个量就是这个语音识别系统抽取的语音特征。采样的时间间隔是一定的，约为10毫秒，也就是说每隔10毫秒抽取一次特征，如果语音长度是半秒钟的话，就能抽出50组数据（每一组都是由A、B、C、D四个特征组成，组与组之间的数据不同）；如果语音长度是一秒钟的话，能抽

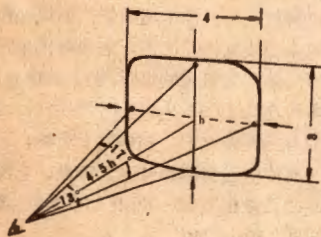




邹家祥

张军题图

观看电视时,合适的距离是多少呢?通过几百人分批观看电视后的统计规律,发现人眼最适宜观看电视画面的角度,在屏幕的垂直方向为13度,水平方向为17度。由此推算出电视机长方形屏幕的宽高比应为4:3。用同样的理由,推算得出观众与屏幕距离应为屏幕高度的4倍半左右(如图所示)。



出100组数据。为了使呼入的长短不同的语音能够在识别判决之前规范成时间长短相同的信息,计算机不管你原来是50组数据(对应语音长为半秒)还是100组数据(对应语音长为1秒),一律取16组。这16组数,从第一组到最末一组的时间是等间隔的。当语音长为半秒时,组与组的间隔时间约为 $0.5 \div 16 = 1/32$ 秒;当语音长为1秒时,组与组的间隔时间为 $1/16$ 秒。这样取出的十六组特征称之为语音样值,存到抽样特征暂存区。下面分两个步骤:第一步对计算机进行训练,给计算机定出三十二个“样板”,也就是把存在抽样特征暂存区的语音样值转存到标准样值存贮区。第二步让呼入的待识别的语音去同“样板”比较,并做出判断。打个比方说,我们要识别32个人,事先将32个人的照片(相当于“样板”)存在桌子的玻璃板下面,每张照片下面注明

当然观看距离还与其它因素有关。如屏幕较亮时,观看距离应适当远些;屏幕较暗时,观看距离应适当近些。因为图象是由一条条水平扫描亮线所组成,所以,观看距离太近,会有明暗交替的闪烁,使图象缺乏真实感;观看距离太远,图象就模糊不清了。

看电视时,眼部肌肉处于紧张状态。观看距离越近,要求眼部肌肉的调节度越大。如果经常使眼部肌肉长时间处于紧张状态,就会造成近视,特别是少年儿童,更易如此。因此,在看电视时,最好一个半小时后就让眼睛短时间休息一下。

是某甲、某乙……,32个人不管谁来到面前,我们只要对一下照片,就可以说出他的姓名了。给计算机定“样板”,是把三十二个语音的样值(每一个语音有十六组样值),连同表征这些语音的名字,一齐存在标准样值存贮区。正像人的照片和照片下面注的名字一齐存到玻璃板下一样。比如我们将“北京”用普通话呼入,经过抽取特征之后,计算机自己将表征“北京”这一语音的样值,连同汉语拼音“BEIJING”字样一起存到标准样值存贮区。其余31个语音也是如此。这就构成了一个有32个语音的“样板”及其名称的字表。训练计算机的步骤完成之后就可以进行识别了。识别的步骤是:呼进的语音经抽取特征和时间规范化之后,信息送到抽样特征暂存区,然后去和32个语音的“样板”逐一进行比较。前面说过A、B、C、D是这个语音识别系统抽取的

环境光线对保护眼睛也有关系。环境光线太强时会冲淡图象的明暗层次,使图象缺乏真实感,眼睛也容易疲劳。因此,白天观看电视应将对比度旋钮开大些,最好在窗户上挂深色的窗帘。相反,在晚上看电视时,图象黑白对比度太强烈,时间长了眼睛也容易疲劳,应将对对比度旋钮开小些,最好在观众的后方或侧面有微弱的灯光照射,这样对保护眼睛和收看效果都有好处。

颜色对眼睛也是有影响的。在红色或黄色灯光下工作比在蓝色灯光下工作更易使眼睛疲劳,因此观看彩色电视比观看黑白电视更应注意眼睛的休息。

另外,为了保护眼睛,还要注意一些事项:如电视机安放的高度应合适,屏幕中心应与眼睛处在同一水平面或略为低一些;电视机不要安放在窗口或灯光处,以免杂光干扰视线等。

语音特征,比较也是比较这四个数据。如果待识别的语音和训练时存入的语音完全相同,则在每一抽样时刻

$$A_x = A_{\text{样板}}; B_x = B_{\text{样板}}; C_x = C_{\text{样板}}; D_x = D_{\text{样板}}$$

这时

$$\Delta = |A_x - A_{\text{样板}}| + |B_x - B_{\text{样板}}| + |C_x - C_{\text{样板}}| + |D_x - D_{\text{样板}}| = 0$$

如果待识别的语音与训练时存入的样板不同时, $A_x \neq A_{\text{样板}}; B_x \neq B_{\text{样板}}; C_x \neq C_{\text{样板}}; D_x \neq D_{\text{样板}}$,这时 $\Delta = |A_x - A_{\text{样板}}| + |B_x - B_{\text{样板}}| + |C_x - C_{\text{样板}}| + |D_x - D_{\text{样板}}| > 0$

Δ 越大,表示这两个语音差别越大。靠程序,计算机能够迅速算出待识别的语音样值与哪一个“样板”差别最小。差别最小的那个“样板”就是待识别的语音。比如,我们在训练时对计算机呼入了北京、上海、天津、南京、广州等32个城市

(下转第5页)

电 子 新 闻



接近光速的计算机电路

国外最近宣布实验了一种高速的约瑟夫逊(Josephson)电路,其开关速度非常接近于光速。最少要比平常的计算机电路快 10 倍。它产生的热量也较少。

(蒋泽仁)

计算机自动停机装置

日本研制成功一种叫做计算机自动程序停机装置。该装置在地震时可使计算机自动停止工作。当地震产生的加速度为 100g 时,它就发出警报;当地震产生的加速度为 200g 时,它就向计算机发出程序中止信号;当地震产生的加速度为 250g 时,它就切断电源和空调。这种装置用三相加速度变换器作传感器,其感震频率为 0.2~10 赫。(宋 衍)

电力线载波单边带通信设备

美国威斯汀豪斯电气公司正在制造一种能在任何电压的电力线上传输普通电话的电力线载波单边带通信设备。这种通信设备能在一条电力线上传送多达 58 路电话。电力线不易被窃听,所以其保密性比甚高频线路或普通电话线路要好。

(宋根等)

会说话的手表

国外一家钟表公司展示了一种太阳能手表。它不仅指示时间,而且能将时间用声音说出来。不仅如此,它还有四种语言——法语、德语、英语和西班牙语可供选择。

当听到一种适度的女高音声调的报时,会留下深刻的印象。(蒋泽仁)

两种超薄型石英电子手表

1978 年 7 月 20 日,日本发表了一种超薄型指针式石英电子手表。这种手表的机芯厚度仅 0.90mm,装入表壳后的总厚度为 2.25mm。

为了实现薄型化,采用了开口式步进马达,并将一个线圈改为二个线圈,以最大限度地利用平面空间;采用厚

0.6mm 的超薄型石英振荡器,振荡器的密封盒也是用石英晶体光刻加工而成;电池为钮扣式氧化锌电池,厚度为 0.9mm,并且在轮系安排及手表的装配、调整上都下了苦功。

1979 年 1 月 20 日瑞士发表了厚度突破 2mm 的超薄型指针式石英电子手表,其总厚度仅 1.98mm。

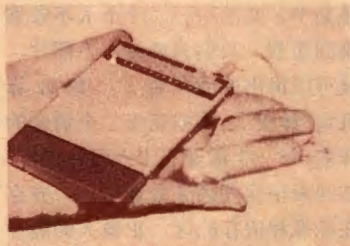
这种手表没有机芯与表壳之分,它是在一块方形 18K 金板上刻出各种槽孔,将手表零件直接装配在这些槽孔内,再装上表盘、表针,然后盖上蓝宝石表玻璃,即机芯与表壳是一体式的。手表内的所有零件是平面式排列的,互不重叠。

(董正元)

频率合成收音机

日本正在生产频率合成收音机。这种收音机所用的电子调谐器,实际上是一种用石英振荡器和单片锁相环大规模集成电路组成的锁相环频率合成器。在选台时,只要按一下按钮,便能自动而准确地选定所需电台的频率。

日本某公司生产的调幅收音机,能自动选定 6 个电台。



日本另一个公司生产的调频、调幅收音机,能自动选定 8 个电台。



日本某公司的产品,左为调幅收音机,能自动选定 7 个电台;中、右为调频、

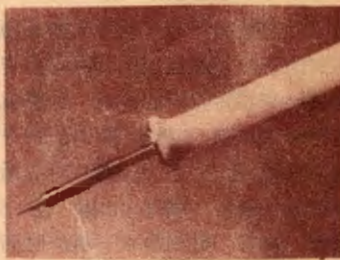
调幅收音机;也能自动选定 7 个电台。



(宋 衍)

烧煤气的烙铁

日本某公司研制的 SW-M 系列烙铁,可用来焊接计算机、集成电路和印制电路板,也可供电话维修、电线连接和业余无线电活动使用。这种烙铁采用普通气体打火机用的燃料,加一次燃料,最多可连续工作 4 小时。所用煤气,由于加有特种催化剂,燃烧时无火焰,因而没有使附近物体燃烧的危险性。它所产生的热量相当 20~60 瓦的电烙铁,温度可达 280~520°C。



(蔡士根)

液晶体温计

西德某公司研制的液晶显示体温计,采用 5 毫米高的液晶数字显示装置,其温度显示范围为 +24~+42°C。在舌下、肛门和腋下使用时,采用标准敏感元件;测身体表面温度时,采用专用的皮肤敏感元件。这两个敏感元件是由一种适应性很强的热导体组成的,热导体通过一根导线和一个插头与温度计本身相连。用这种体温计测量一次体温只需 30~45 秒,耗电极少,充电一次可连续使用 10 小时。

(马 琳)





一九八〇年电子学会议及展览会预报(中)

可与石英晶体竞争的“超音叉”

薄膜压电材料

日本某制作所出售一种称为“超音叉”的薄膜压电材料。这种新材料的Q值与石英相当,而温度特性和抗振特性都比石英好。在用作钟表、磁带录象机、摄象机、计算机和通信设备中的振荡器时,它可与石英振荡器相竞争。

石英振荡器的温度特性曲线是一条以25°C为中心的二次曲线。当温度朝两个方向变化时,频率就发生偏移,而“超音叉”压电薄膜的负温度系数正好被与其相连的金属的正温度系数抵消,因而其频率偏移率只有石英的十分之一。用石英制成的调谐音叉又小又薄,机械强度弱,受到过强振动时容易破裂。“超音叉”由于采用金属调谐,不易破裂,因此可以制作得很小。

(宋根等)

(激)光(雷)达

“(激)光(雷)达”是用激光束来代替无线电波束的雷达装置。

美国准备在1984年试验一种安装在航天飞行器上的光达。如果配备上二氧化碳激光器,然后把它安装在离地球500英里远的人造卫星上,光达就可向人们提供极有价值的气象资料。它可以测出相距185英里的两地之间的风速,测风速的精度达±1米/秒,测风向的精度达±10°。卫星每12小时可将整个地球表面覆盖一遍,若用两颗卫星,则每6小时即可将整个地球表面覆盖一遍。

光达的工作方式是:向地球发射强激光束,光束照亮大气中的尘埃与悬浮微粒,一部分光散射回光达。由于风吹动悬浮的大气微粒,而微粒的运动又将引起多普勒频移,所以在散射回来的光中可以观察到这一频移,根据这一频移即可算出风速与风向。

(徐福生)

会 期	会 议 名 称	会 址
5月5日	国际印制电路会议(PC'80)	美国纽约
6~8日	国际计算机结构会议	法国拉巴乐
12~14日	第30届电子元件会议	美国旧金山
13~15日	第2届国际微型计算机应用会议	日本东京
13~15日	电气和电子工程师协会会议 (ELECTRO'80)	美国波士顿
19~22日	国际等离子科学会议	美国麦迪逊
19~22日	全国计算机会议	美国阿纳海姆
20~22日	全国航空航天系统和电子设备会议 (NAECON)	美国达东
27~31日	国际微波会议	美国华盛顿
6月	功率电子学专家会议	美国亚特兰大
6月1日~9日	第五届国际生物遥测会议	日本札幌
2~3日	芝加哥消费类电子产品春季会议	美国芝加哥
2~6日	遥控数据计算机处理会议	美国西拉斐特
3~5日	国际海军技术出口会议	荷兰鹿特丹
3~5日	国际海军技术出口展览会	荷兰鹿特丹
16~18日	国际通信会议	美国西雅图
16~20日	先进的通信设备展览会和会议	丹麦哥本哈根
23~25日	设计自动化会议	美国明尼阿波利斯
23~26日	第11届国际量子电子学会议	美国波士顿
23~27日	精密电磁测量会议(GPEM)	西德不伦瑞克
24~26日	武装部队通信电子协会年会	美国华盛顿
29~7月4日	第8届国际液晶会议	日本京都
7月7~9日	射频频谱守恒技术会议	英国伦敦
8月26~29日	国际无线电科学联盟国际电磁波会议	西德慕尼黑
9月	第6届国际气体放电会议	未定
9月	国际航空航天模拟设备用的仪器仪表会议	未定
9月	第10届欧洲微波会议	未定
9月	欧洲固体电路会议(ESSCIRC)	未定
1~5日	第15届国际半导体物理会议	日本京都
2~5日	1980年秋季计算机会议	美国华盛顿
8~11日	国际气体放电会议	英国爱丁堡
15~18日	1980年欧洲固体器件研究会议 (ESSDERC'80)	英国约克
15~19日	电磁兼容性会议	英国南汉普顿
15~19日	第六届欧洲光通信会议	英国约克
16~18日	西部电子设备展览会和会议(WESCON)	美国阿纳海姆
17~19日	第30届广播会议	美国华盛顿
17~26日	国际信息处理、通信和办公用电子设备博览会	法国巴黎
20~24日	国际广播会议(IBC)	英国布赖顿
22~26日	计算机秋季会议	美国华盛顿
29~10月3日	工业应用协会年会	美国辛辛那提
30~10月3日	第3届国际铁氧体会议	日本京都
10月	人机通信会议	日本
1~3日	第10届国际容错计算会议	日本京都
5~8日	电子和航空航天系统会议(EASCON)	美国华盛顿

NEWIX ISNAIO



王玉龙

“指令”是怎样表示的?

我们曾经讲过,要计算机自动计算 $3+5\times 2$ 这道算题,首先要把表1所列的计算程序存放在计算机的存储器里(见1979年第3期)。那么,表1中用文字说明的一条条指令,在计算机中是怎样表示的呢?

我们也已经知道,计算机中的数是用二进制表示的,也就是用0、1两个数符表示的。于是,我们自然会想到,指令能不能用0、1两个数符来表示呢?只要我们回顾一下拍电报的过程,就不难理解在计算机中指令是可以用0、1两个数符的不同组合来表示。我们拍电报时,先是用汉字写好电文,然后由电报局将汉字译成数字代码,将代码发送出去。收报局接收到的是电文的代码,然后再将代码译成汉字电文送给收报人。这就是说,电文在发送过程中是以数字代码表示的。那么,怎样用0、1两个数符来表示用文字说明的指令呢?

根据拍电报的经验,总希望电文尽量简单明了,例如,为了告诉上海的亲人,我将乘火车于2月25日到上海,希望他们到车站接一下,可以写这样的电文:“乘13次由北京到上海的特别快车2月25日到上海”。读者一定会说这条电文写的太罗唆了,可以写得再简单明了些。分析这条电文,可以看出其中要告诉对方的“关键字”是“13次”车和“25日”到。因此,可将电文改成:“13次25日到”。

根据这一道理,如果我们仔细分析一下表1中的各条指令,就可发现各条指令写得太繁琐了,因为每一条指令无非是要“告诉”计算机在这一步应做什么操作,以及参与这一操作的数是什么。例如,表1中的第一条指令:“从存储器取出乘数2送到运算器”,无非是要“告诉”计算机在这一步应做“取数”操作,要取的数是“2”。这就是说,第一条指令的“关键字”是“取数”和“2”。如果把表1中的每一条指令的“关键字”都找出来,则表1可改写为表2。

表1

顺序	操作内容
1	从存储器取出乘数2送到运算器。
2	从存储器取出被乘数5送到运算器,在运算器中进行 5×2 的乘法。
3	从存储器取出加数3送到运算器,在运算器中进行 $3+10$ 的加法。
4	在运算器中算得的结果13存入存储器。
5	从输出装置将计算结果13打印输出。

表2

顺序	执行的操 作	参与操作 的数
1	取 数	2
2	乘 法	5
3	加 法	3
4	存 数	计算结果13
5	打 印	13

表4

顺序	执行的操作	数的存放 地 址
1	取 数	16
2	乘 法	17
3	加 法	18
4	存 数	19
5	打 印	19

表6

顺序	操作码	地 址 码
1	0001	00010000
2	0100	00010001
3	0011	00010010
4	0010	00010011
5	1110	00010011

表3

存储单元的地址	存放的数
第16号	2
第17号	5
第18号	3
第19号	计算结果

表5

操作名称	所用的编码
取 数	0001
存 数	0010
加 法	0011
乘 法	0100
...	...
打 印	1110
停 机	1111

表8

数 的 存放地址	数
00010000	000000000010
00010001	000000000101
00010010	000000000011
00010011	000000000000

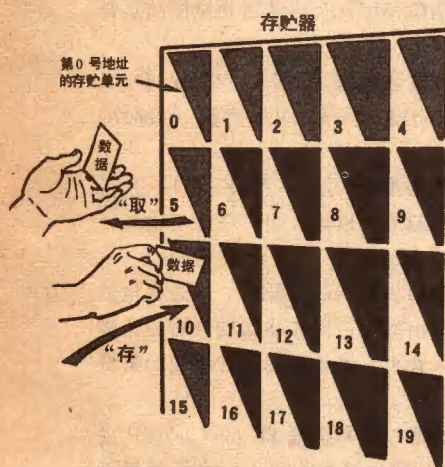
表9

指 令 存放地址	指令代码 操作码地址码
010	01 020
011	04 021
012	03 022
013	02 023
014	16 023

表 7

指令的 存放地址	指令 代 码		数 存放地址	数
	操作码	地 址 码		
00001000	0001	00010000	020	0002
00001001	0100	00010001	021	0005
00001010	0011	00010010	022	0003
00001011	0010	00010011	023	0000
00001100	1110	00010011		

参与操作的数，如原始数据 2、5、3 和计算结果 13，在存储器中是不允许乱放的，而是按照人们预先的安排有规律地放置的。如同工厂里的产品放在成品仓库里一样，仓库的保管员总是把产品分门别类地存放在仓库的各个小房间里，并按房间号登记造册。这样，当需要取出某种产品时，保管员只要查一下这种产品放在仓库的哪一号房间里，便可以从那号房间里直接取出，而不必打开仓库的各个房间到处乱找。计算机



中的存储器好比是一个大仓库，它是由许多“房间”组成的，每一个“房间”都有一个固定的“房间”号，见左图。用计算机的术语讲，存储器中的各个“房间”称为“存储单元”；而各个“房间”的号码称为“存储单元的地址”，简称

“地址”。这样，参与操作的数是按预先规定的地址存放在存储器的各个存储单元中。上图表示从第五号地址的存储单元中取出数；向第 10 号地址的存储单元中存入数。

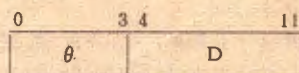
如果我们规定原始数据 2、5、3 存放在存储器的第 16、17、18 号地址中，计算结果 13 存放在第 19 号地址中，如表 3 所示。那么，表 2 中的各条指令可以写成表 4 的格式。

表 4 所表示的意义完全与表 2 相同，例如，表 4 的第一条指令“取数、16”表示从存储器的第 16 号地址中取出数送到运算器中。由表 3 可知，第 16 号地址的存储单元中存放的是数 2，所以表 4 的第一条指令也是表示“从存储器中取出数 2 送到运算器”，这与表 2 的第一条指令所表示的意义完全相同。所不同的是，表 4 中的第一条指令“告诉”计算机的是：在这一步应做什么操作，以及参与这一操作的数存放在存储器的

哪一号地址的存储单元中，而不是直接“告诉”参与这一操作的数。

现在，我们可以对计算机所能执行的操作，如取数、乘法、加法、存数、打印等，用若干位二进制数进行编码。假定各种操作的编码如表 5 所示，也就是说，在计算机中用 0001 四位二进制代码表示取数，用 0010 表示存数，用 0011 表示加法等。这样若把表 4 中的每一条指令的“操作”用表 5 的编码表示，“地址”用二进制数表示，那么可以把表 4 改为表 6。

表 6 中的每一条指令都是用二进制代码表示的，其中表示操作的代码称为操作码，表示地址的代码称为地址码。可见，最简单的计算机指令应由操作码 (O) 和地址码 (D) 组成：



在我们所举的例子中，操作码占四位二进制数，地址码占 8 位二进制数，整个一条指令由 12 位二进制数组成。现在我们可以看到，表 6 中的每一条指令形式上与 12 位长的二进制数没有什么区别，因此可以象二进制数一样存放在存储器中。当然，每一条指令在存储器中也不能乱放，必须按一定的地址顺序存放，例如将表 6 的五条指令依次存放在第 8 号至第 12 号地址的存储单元中。这样，把表 6 的“顺序”一栏改成“指令的存放地址”，并用 8 位二进制数表示第 8 号至第 12 号地址，表 6 可改写成表 7。同样，若将表 3 中的数的存放地址和数都用二进制表示，那么表 3 可以改写成表 8。表 7 和表 8 是计算 $3+5 \times 2$ 所需要编写的真正计算程序。

最后，需要说明的是，由于用二进制数书写的指令比较长，因而实际上都采用八进制数（或十六进制数）来书写指令。什么是八进制数？怎样用八进制数来书写指令呢？

八进制数是由八个数字符号 0、1、2、3、4、5、6、7 组成，而且从低位到高位是逢八进一，它与二进制数的关系如下：

八 进 制	二 进 制
0	000
1	001
2	010
3	011
4	100
5	101
6	110
7	111

可见，每三位二进制数可以表示为一位八进制数。例如，表 7 中的第一条指令可用八进制数表示如



盒式磁带录音机的 使用与维护

刘宪坤

一、盒式录音机常用功能键、 选择开关及插口的用途

一般盒式机的功能按键有：

1. 放音键(PLAY▶) 装上带盒，按下此键即成放音状态，扬声器可放出磁带上所录的节目。

2. 录音键(REC 常用红色标记) 把这个按键和放音键同时按下，即可进行话筒录音或线路录音。之所以这样设计，是为了安全，以免按错一个录音键就消去珍贵的节目。

3. 快进键(F·F▶▶) 按下此键，磁带即离开磁头快速前进。有时在此键标记旁还标有“CUE”，这是兼有“选听”功能的意思。即轻按此键(手不离开，也不按到底)，同时按下放音键，磁带就稍微贴着磁头快速前进，以便尽快选听出后面的节目。

4. 倒带键(◀◀REW) 按下倒带键，磁带即快速倒回。需要反复重放时常用此键。有时在此键旁还标有“REVIEW”字样，意思是“复听”，即轻按此键(手不离开，也不按到底)，同时按下放音键，磁带不离开磁头快倒，以便找出已放过的喜爱节目。

5. 停止键(STOP■) 录音、放音、快进、倒带完毕，按下此键即恢复停止状态，同时切断电源。也有的机器有自动停止功能，磁带走到头，借助增大的磁带张力或传感带的作用，用机械或电磁方式实现自动停止。

6. 暂停键(PAUSE■■) 这是在录音或放音过程中，为了不转换电路开关而使磁带临时停止设置的按键。特别在录音时，常常需要暂停一下，以节约磁带。使用停止键，每次都切断电路开关，往往会使磁带录上讨厌的开关噪声。考究一些的录音机都有这个键。

7. 取盒键(EJECT↓) 这是录放结束，取出带盒时用的按键。有的跟其它功能键排成一排，有的设

在盒盖旁边。要取出磁带时，轻按一下此键，盒盖即打开，可以取出带盒。

高级的机器，轻按一下取盒键，带盒就能自动跳出。近年来又出现了一种轻按取盒键后，盒盖以固定的速度缓慢打开，这样可以避免因频繁冲击而使盒盖损坏，取盒时基本上没有机械噪声。

8. 自动选曲按键 按下此键，同时按下放音键，即可向前(按下快进键时)或向后(按下倒带键时)快速自动选出歌曲。一般是快进或快倒至一歌曲终了时，即自动转入正常放音状态。

盒式机常用插口有：

1. 话筒输入插口(MIC) 这是用外接话筒录音时的输入端。

2. 线路输入或收音机输入插口(LINE IN 或 RADIO) 这是用线路输入转录或从收音机录音时的信号输入端。

3. 辅助输入或备用输入插口(AUX IN) 这是和线路输入插口相类似的备用输入端，在此可输入一路信号与线路输入混合录音。

4. 线路输出插口(LINE OUT) 这是提供放音输出电压信号的输出端，一般在线路转录时由此提供转录信号给别的录音机，或输出到放音系统的扩音机的线路输入端。

5. 外接扬声器插口或耳机插口(EXT·SP 或 EAR) 这是外接扬声器或耳机的端子。如无线路输出插口，也可从此处输出放音信号供转录或扩音用。

6. 遥控插口(REMOTE) 外接话筒录音时，同时插入此插口一根电缆，即可通过电缆另一端的开关控制磁带的走、停(暂停)。一般都把遥控插头、电缆和外接话筒配在一起，作为录音机的附件出售。也有通过遥控插口和电缆，用床头开关控制磁带的走、停。

下：

	指令存放地址	操作码	地址码
二进制表示	00 001 000	0 001	00 010 000
	↓ ↓ ↓	↓ ↓ ↓	↓ ↓ ↓
八进制表示	0 1 0	0.1	0 2 0

需要注意的是，二进制整数是从低位开始，每三位分成一组，最后一组不足三位时可在前面补0，然后按照上述八进制数与二进制数的对应关系将每三位

一组的二进制数写成一位八进制数。按照这一方法，可以将表7和表8中的每一条指令和数转换成八进制数表示，见表9，这就是常见的计算程序单形式。

通过这一期和前一期的介绍，我们知道了在电子计算机中，数和指令都是用二进制表示的。因此，电子计算机的自动计算过程，无非是对1和0进行处理或运算，那么对1、0的处理或运算是通过什么电路来实现的呢？这就是下一期要介绍的内容。

盒式录音机常用的选择开关有：

1. 交流电源电压转换开关 这对机器的安全是至关重要的，使用前一定要特别注意。

2. 磁带选择器 (tape selector) 在比较讲究些的磁带录音机上，为了适用不同的磁带(铁带、铬带、铁铬带等)而设置的选择开关。一般是针对不同的磁带改换不同的偏磁和补偿。

3. 自动、手动音量控制选择开关(auto, manual)

这是在不同的录音场合使用的选择开关。“自动”就是加上了自动音量控制(AVC)电路，一般录音时用这个位置，可以防止强信号造成严重失真，但在录音乐节目时，若用这种状态，会把音乐动态压得很小，所以音乐录音一般在“手动”位置进行。为了防止失真和录音信号电平过低，要利用电平表调节录音电平。

二、磁 带

盒式磁带录音机所用磁带，现在国际市场上大致有四种：普通带(或称标准带)、氧化铬带、铁铬带(或称双涂层带)以及金属带。前三种比较流行，后一种是最近研制的产品，目前只有日本生产，市面上还不多。低档的录音机，若没有磁带选择开关，只宜用普通带，因为它的偏磁、补偿都是按这种磁带设计的。若用氧化铬带，反而会因偏磁过低，高频补偿过多而造成高频隆起，失真增大。用铁铬带影响还小一些。

另外，铬带磁层比较硬，对磁头的磨损也厉害。所以铬带在比较好的机器里才用，在普及型机器里用铁带，似乎没有什么好处。

对于录了音的磁带，最好不要快卷之后保存，应该在正常录放后保存。因为卷得太紧或不整齐的磁带，长期存放容易拉长或异向变形，且复印严重。

三、机器的维护

1. 清洗 清洗对于保持外观和性能是很必要的。特别是磁带经过的磁头、导带器、主导轴、压带轮等，时间长了不仅有灰尘，还有脱落的磁粉，必须经常仔细清洗。有时候放音，高音出不来，多半是因

清 洗 部 分		清 洗 剂	备 注
表 面	磁头、导带柱、主导轴、离带器等和磁带接触的面	酒精、四氯化碳液或磁头清洗剂	使用前或后，或经常进行
	压带轮的胶轮	酒精、四氯化碳液或橡胶清洗剂	
	面板、机箱等	硅清洗液等	
内 部	跨轮、传动带等的橡胶面	酒精、四氯化碳液或橡胶清洗剂	半年或一年一次
	各部分的尘埃	扫除器	

为磁头上堆积着尘埃或磁粉的缘故。

清洗工作一般是用纱布或棉棒浸上清洗液，轻轻地擦洗各部分(见左下表)。

注意事项：①四氯化碳液有毒，使用时要小心。②用酒精擦不掉的污垢，可用四氯化碳液或专用的清洗剂清洗。③不要用铁磁性物体作清洗磁头等工具，以免磁头等被磁化。

2. 消磁 长期使用，磁头多少会被磁化一些。另外，由于放大器发生故障或用磁性物体接触或靠近磁头，都会使磁头轻度磁化，噪声增加，高频衰减。所以在重要的录音之前，应用磁头消磁器将磁头消磁，或定期(大约用50小时后)消磁。

3. 注油 录音机各转动轴，在适当时期注入适量的润滑油，可以长期维持机器的高性能，且可延长使用寿命。

在录音机的转动轴上，通常在高速转动部分，使用粘度较小的机器油，在低速转动的地方，使用粘度较大的机器油。所用的油，要求不易挥发，温度、湿度变化时能保持一定的粘度。

可用注射器在注油孔或油毡面上注油。如果油量过多，在使用过程中会流到(或粘到)跨轮和皮带的橡胶面上，使抖动增大，且易损坏橡胶件。最好在使用录音机之后进行注油，因为这时轴和轴承摩擦而温度上升，油的流动性较好。



盒式录音机常用功能键及插口的符号和标记

注油的地方和注油量应根据转动部分的材料、转动的快慢和使用的次数等而不同。如马达、主导轴、压带轮、跨轮等的轴，转动较多，最好使用300小时后注油数滴(1~2滴，马达约0.5cc)。在机器不使用的情况下，一般一年注油一次最为理想。

更正：1979年第1期第19页电路原理图中T₇基极电阻“55K”应为“550Ω”；第29页左栏倒数第9行“4.6V”应为“1.4V左右”；封三指挥员战术训练控制台说明中，“负载调谐”应为“副载频调幅”，“MOS”应为“C-MOS”。1979年第2期第9页第一部分第6题答案，按原著匝比定义，答案(c)是正确的，按我国习用匝比定义，答案(d)是正确的；第15页右栏正数第14行、第20行的“145”应为“155”。1979年第3期第19页第二部分第4题答案误为(b)，应为(a)；第25页右下角测验答案中，“(4)J”应为“(7)J”，“(7)H”应为“(4)H”。

为电视的一种，它与广播电视在原理上和使用器材上基本相同。但工业电视技术的形成与发展是和提高各行各业生产力密切相关的，所以它又有着自己独特的道路。随着近代科学技术的发展，工业电视本身的功能与应用方式也在发生深刻的变化。现在已有人预言：工业电视技术的发展与应用将会引起巨大的变革。不管这个预言准确与否，工业电视技术却是一门应当大力普及与应用的新技术。

工业电视的原理

工业电视和广播电视的原理一样，概括地说，就是利用电的方法及时地将可视景象传递到远方。这和电话利用电的方法及时地将可听到的声音传到远方有某些相似。

我们知道，物体的景象实际是物体本身发出或反射的光线进入我们的眼睛后，在大脑中所引起的视觉形象。这类能引起我们视觉形象的外界信息可以统称为图象信号。直接传递图象信号和声音信号要受到种种限制。但是，我们知道只要通过电话机把声音信号变成电信号，那么只要利用电信号的传递方法，就可以方便的将它传递到远方，到那里再用电话机把电信号还原成可以听见的声音。电视系统传送图象的道理与电话传送声音的道理一样，先把图象信号变为电信号，然后把它传送到远方，在那里再把电信号还原为可以看到的图象。

工业电视的特点

工业电视的特点是：它只能在特定的范围内传送图象信息。例如装设在地下铁道车站内的工业电视，它所传送的图象只呈现在车站系统内的电视机屏幕上，而一般电视接收机是收看不到的。这和广播电视所播送的节目不同。正因为如此，工业电视又称为闭路电视，而广播电视则称为开路电视。

工业电视作

工业电视的组成

工业电视系统由四大基本部分组成：


1. 电视摄像机 它是工业电视系统中最重要的组成部分。它的功能是将监视目标的图象转换为电视信号。工业电视摄像机与广播电视摄像机原理一样，但在结构上要简单的多，造价也便宜的多。

2. 传输通道 大多数工业电视是使用专用的多芯电缆作为传输电视信号与控制信号的通道。我国最常用的是 SSYV-20 型工业电视专用多芯电缆，它包括两根同轴电缆与 18 根各种电线，用来传输各种信号。

此外，工业电视信号也可以用高频段无线电波来传送。采用高频段无线电波作为传输通道的工业电视也称为开路工业电视。

3. 监视器 工业电视系统的接收机叫工业电视监视器，简称监视器。它可以将





电视信号还原为可以观看的图象。

它的工作原理与结构和一般家庭中使用的广播电视接收机相似，只不过大多数监视器没有高频与中频放大器，因此不能接收广播电视节目，而且图象的指标也要求的高一些。

4. 中心设备 较大的工业电视系统都有一些中心设备。主要包括以下几个部分：

(1) 同步机：用来产生同步脉冲信号和其他控制信号，使各个摄像机能同步地进行工作。

(2) 控制器：用来从远方遥控各个摄像机，进行光聚焦、电聚焦和摄像机姿态控制等。

(3) 录像机：用来记录、贮存和重放电视信号的装置。它能象录音机记录和重放声音一样，来记录与重放图象。

工业电视的功能

工业电视具有以下几种主要功能：

1. 实时监视 当你坐在家中通过电视观看剧场实况转播时，这实际就是对剧场演出进行实时观看，因为电视信号是以接近光速的速度传递的，所以发生在舞台上的一切情景，在电视机前和在剧场内的人可以说是同时看到的。工业电视以完全相同的原理，用摄像机对准监视目标，便可以在远方进行实时监视。使用工业电视监视处于高噪声、高温、高辐射、高污染等恶劣环境中的机器设备是最合适的。

2. 数据传输 工业电视可以迅速、直观、准确地传递表格、图形、数据资料，甚至还可以通过工业电视系统核对票证、字据。图象一般都含有较大的信息量，使用工业电视传输最合适。

3. 信息记录 使用电视录像机可以将有保存价值的图象信息通过工业电视系统记录下来，在需要查阅时加以重放，这也是现代工业电视系统所具有的一个独特功能。利用这一功能可以构成新的记录系统。

4. 测量检查 任何特定的图象通过工业电视摄像机形成特定的电视信号，只要通过对其电视信号进行电子学的测量与分析，就可以检查与测量出图象的许多重要数据。因此，工业电视系统可以构成新的无接触测量检查系统。

应用工业电视可以取得的效益

由于工业电视具有以上各种

功能，所以在正确应用时可以取得以下实际效益：

1. 提高工作效率 由于工业电视可以从远方实时监视，能利用它集中监视与管理生产过程，从而提高劳动生产率并保证产品质量。

2. 保证安全生产 由于可以使用工业电视对生产过程中的关键部位采取连续性重点监视，这样，就可以保证生产过程的安全与稳定。

3. 改善工作条件 对于高温、高污染、高辐射等工作条件恶劣的场所，可以使用工业电视进行监视，将工作人员撤离这些地区，从而改善了工作条件。

4. 扩大教育面 优秀教师的讲课、特种技艺人员的操作表演，不但可以通过工业电视让更多的人收看到，而且可以用电视录像机记录下来巡回播放及作为资料永久保存。

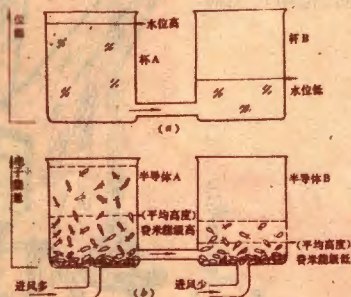
综上所述，近年来，工业电视在国内外已经获得了巨大的发展。目前，国外工业电视设备的总产值已超过广播电视设备的总产值，每年生产出大量的工业电视设备，应用普及范围很广。今后，工业电视也必将在我国四个现代化中广为应用。

PN结和二极管

我们已经知道，在纯净半导体内掺入不同价的“杂质”，可以构成两种性质相反的半导体：一种有多余的电子、带负极性，叫n型半导体；另一种有多余的空穴、带正极性，叫p型半导体。

N型和P型半导体的费米能级

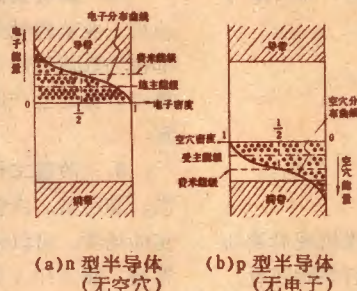
用能带图可以形象地描述半导体内部载流子运动的规律。通常用所谓费米能级来表征半导体的电子能量的水平。n型和p型的费米能级有多高呢？在谈这个问题以前先举一个简单的例子：桌上有两杯水（图1a），杯A的水位比杯B的高，水位的能级就用水面的高度来表示，如果用管子把两杯接通，水就从高能级向低能级流动。半导体内部电子的分布情况有点象杯里的水。但也有一点差别，因为不同能量的电子密度是不一样的，却和图1(b)更相似：杯中的羽毛相当于半导体内的电子，从杯底吹进去的风相当于半导体的温度，只要比绝对温度0°K高，电子就具有热量，就轻飘飘地在物质内悬浮着，在上面的比下面的能量高。每一种半导体的费米能级就是它的电子能量的平均高度。如果用导电的材料把两个半导体连接起来，电子就要从高能级的那个半导体流向低能级的那个半导体。



图(1) 费米能级比喻

图(2)画出了n型和p型半导体电子与空穴能量分布的情况。n型

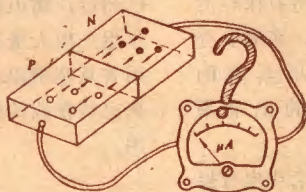
半导体掺有施主杂质，因此有多余的电子，没有空穴，这些电子都飞跃聚集在施主能级的附近。图中画出电子的分布曲线，在电子密度为1/2的地方就是n型半导体的费米能级，它在施主能级和导带底之间（图2a）。p型半导体只有多余的空穴聚集于满带的附近，空穴分布曲线正好和n型的翻过来，p型的费米能级处于受主能级和满带顶之间。



图(2) 杂质半导体的费米能级

把N型和P型连接起来会怎样？

把n型和p型半导体连接起来，会出现什么情况呢？有人会说：“当然罗，n型的电子就不断地跑到p型去，p型的空穴不断地跑到n型去。按这种说法，如果用导线接到电表上如图(3)，电表就该有指示啦，岂不是成了永久电池了吗？”



图(3) p-n结有电流吗？

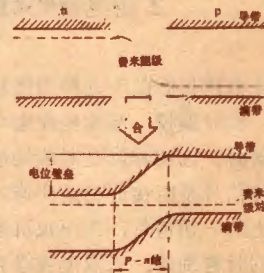
这种看法当然与事实不符，将一个二极管接到微安表上就可判断出来。那么为什么电流流不动呢？原来在这两块半导体结合的地方（称为p-n结）象立了一堵墙壁，把电子和空穴挡住了，这个墙壁叫做电位壁垒（图4）。

用能带图分析就可以看到，如图(5)那样把n型和p型对接起来，



图(4) 墙太高爬不过去

在平衡状态下两个半导体的费米能级应该对直。结果，出现弯曲形状交界区域，我们称它为p-n结。p型的导带比n型的高出一个“电位壁垒”，电子从n型到p型要爬过一个斜坡，如果没有外力帮助是爬不过去的。对于p型中的空穴向下移动，也跟电子向上爬一样是费劲的。硅的电位壁垒为1.2V，锗为0.9V。



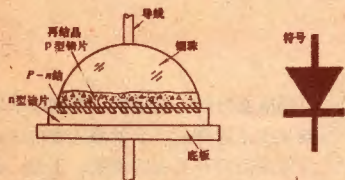
图(5) p-n结能带图是弯曲的

把P和N两片对接起来成吗？

从原理上讲p-n结是两片半导体对接而成，实际上是不行的。因为机械上的接合总免不了有比电子大得多的凹凸不平的间隙，电子和空穴是通不过的。那么早期的矿石收音机又怎样构成二极管呢？它是用一根金属丝接触半导体矿石（方铅矿），当在接触处有电流通过时，在半导体区就形成一层相反性质的半导体，这样才作成p-n结。这种点接触式二极管只能承受很微弱的电流，性能很不稳定。在生产上用合金法形成p-n结，如图(6)在n型锗片上放一颗受主杂质钢珠，加高温后钢珠熔合在交界区上再结晶形成一层p型锗，这样p型和n型的结合区就是p-n结。

P-N结的作用

p-n结是半导体器件的关键，



图(6) 合金法形成 p-n 结

半导体管多种多样的功能全靠它的各种作用来完成。我们还用费米能级的理论来解释 p-n 结的作用。

P-N 结不加电压 这种情况上面已经分析过, 结论是: 电子不能从 n 爬到 p; 空穴不能从 p 流到 n。图(7a)下边画出了电子和空穴的运动图, 可见当 p 和 n 接合后, 交界面上 n 区中的电子向 p 区扩散, 去同 p 区的空穴复合 (中和); 空穴从 p 向 n 流动同电子复合。这样 n 区的边界由于跑掉了电子剩下带正电荷的离子, 同样 p 区的边界剩下带负电荷的离子, 结果守在交界面两边的正负电荷正好排斥还想通过交界面的电子和空穴, 好象一个电的壁垒, 又叫空间电荷层。

P-N 结加正向电压 如图(7b)所画能带图, 假定 n 型为地电位, 把 +0.5V 加到 p 端, 能带图中等于把 p 型的费米能级往下移动 0.5V。这样 P-N 结区斜坡就变得相当缓慢了, 对电子和空穴来说电位壁垒低了很多, 利用扩散的作用能很轻易地互相流动, 所以有正向电流。同时对应 p-n 结的空间电荷层变薄, 有利于电子与空穴相互扩散, 电流表有指示。

P-N 结加反向电压 假如把 -2V 电压加到 p 型上, 这等于将它的费米能级往上抬高 2V。从图(7c)能带图可见, n 区的电子根本不可能攀上如此陡峭的高坡, 同样 p 区的空穴也不能到达 n 区, 因此 p-n 结无电流通过。空间电荷层变宽也说明这个道理。

事实上, 我们用万用表测二极管的反向电流不一定是零, 这是由于一些其它因素 (如热激发) 产生的少数载流子, 即对于 p 区中的电子

的结果形成很大的反向电流, 就好象冰山的雪崩现象一样, 所以称为雪崩击穿。



图(8) 雪崩击穿

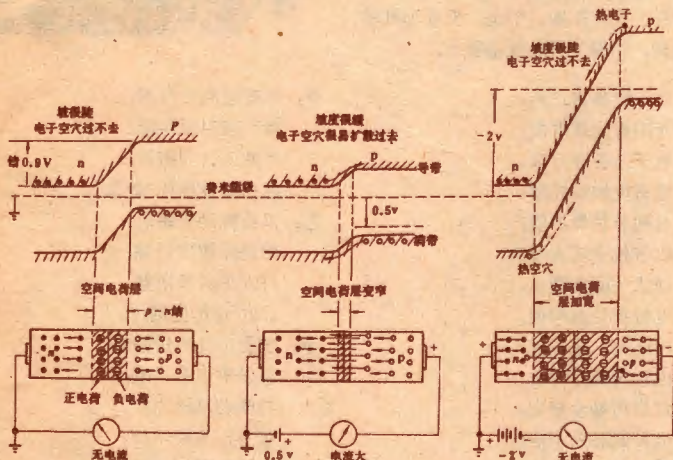


图(9) 隧道效应

还有一种象图(9)那样的击穿现象。存在于 p 区满带中的价电子, 虽然跨不过较高的壁垒, 但有可能穿过禁带跑到 n 区的导带去。这好象火车穿过高山内的隧道一样, 这就是隧道效应, 这时也会出现相当大的反向电流, 称为隧道击穿。

二极管的外部特性

一个 p-n 结两端用导线引出来就成了一个二极管。p-n 结内部的各种作用, 都可以从测量二极管的外部特性了解到。所谓外部特性就是不管这个器件内部是什么东西, 只研究它的引出线之间的电压和电流的关系。二极管的电压-电流特性曲线就是它的外部特性。从图(10)曲线可见有三个特点: (1) 正向加很小电压就能产生很大的正向电流。正向导通电压 U_T 比较固定, 它只决定于半导体的材料和掺杂的情况, 硅管约为 0.7V, 锗管为 0.3V; (2) 反向加相当大的电压时电流仍然很



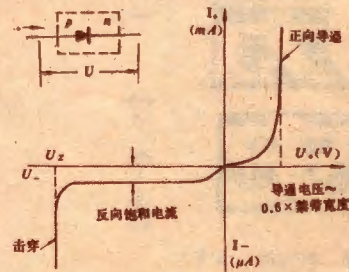
图(7) 加不同电压的 p-n 结能带图及电子、空穴运动图

和 n 区中的空穴, 反向的陡坡正好便于它们的流动, 于是形成微小的反向电流。

击穿现象是怎样产生的

如果 p-n 结反向电压加得太高, 反向电流会突然增大, 如果不

赶快减低电压, P-N 结就会毁坏, 这个现象叫做 击穿 (图 8)。这时 p-n 结存在着非常陡峭的斜坡, p 区内热激发产生的电子从极高的陡坡上跌落下来, 加速度极大, 它在结内猛烈地撞击着原子, 于是碰撞出更多的电子, 被撞出的电子还要很快地碰撞别的原子, 这样连锁反应



图(10) 二极管的 U-I 特性

(下转第25页)

被捉记 侦察员

刘云鹏

恒希插图

(科学故事)

深蓝色的夜幕渐渐把科学村遮掩起来。华灯初放，把科学宫照得通亮。一项重大的发明，正在大厅里进行最后的鉴定工作。

侦察员周复接受任务，警惕地巡逻和保卫着电子专家王怀远的工作室。一些保密资料还存放在那里。此时，王怀远正在科学宫里检验他的发明。

他到楼前的柳荫下，顺着树空向楼上望去。忽然发觉楼里有人影一晃。“啊！里边怎么会有人？”他赶紧换了个位置，揉了揉眼睛，再仔细看，果然有人影。虽然一片薄纱窗帘遮住了小周的视线，但里边的人影却逃不过他那敏锐的眼睛。

看到这些，周复不由心一紧，按现在的情况，王老的工作室是不会有人的，那么这个人影是谁呢？难道真的有人在窃取机密、破坏实验吗？他赶紧拔出手枪，几步窜到楼前。他暗暗地察看一下电

子门锁。这种锁一经锁上，得不到特定的信号指令，不管你从里边或外边都打不开它，而现在却丝毫没有打开过的痕迹。

正在这时，里边忽然传来重重的脚步声。难道破坏者要逃跑？周复机警地躲在一边，等候他出来，以便捕捉。但等了一刻，里边既无人出来，也无什么动静。

“啊，这是个虚张声势的假像，他是想从窗子跳出去吧！”想到这里，周复以极快的速度沿楼巡视一遍，使他不解的是，每个窗子都关插得很严，而且那些既为了防人又为了防电磁波辐射的网状铁窗棂均无破损的痕迹。更叫他吃惊的是，每当他到一个窗子跟前，里边的脚步声都在每个窗子里响起来，因为此时室内电灯已经关掉了，周复根本看不清室内的情况。显然，里边人已经发现了他，而且正在监视着他的行动，再不就是有几个人在作案。于是，他拿出袖珍对讲机，向保卫科长发出警报。

警报发出后，周复断定作案者很有可能是在王老离去之前就潜入室内了，而且现在仍没有离去的迹象。于是，他决定从二楼突进去，然后从上向下搜索，捕捉作案者。主意一定，他赶紧来到楼前，沿滴水管向二楼爬去。爬滴水管是周复的拿手本领，今夜，他似一只灵敏的猿猴，眨眼之间就爬到二楼，然后一个鹞子翻身，轻轻地跳在阳台上。当他从落地窗飞身进屋时，警报器“呜”的一声响了起来。“怎么搞的，这时发警报不是打草惊蛇吗？谁干的？真没头脑。”周复暗骂一句，赶紧绕过沙发，准备冲出



电波的历史

(快板)
甘本拔

甲：打竹板，响连天，
电子时代多灿烂：
人造卫星天上转，
通信机、雷达千里眼……

乙：电子设备真正妙，
天南海北通电缆。
甲：电子设备连万家，
没有电波都抓瞎：
电视节目看不成，
收音机变成大哑叭。
乙：这么一说我明白，
电波用处真叫大。
甲：用处大，这不假，
信息传输全靠它。
乙：信息传输全靠它，
电波到底是个啥？
甲：别着急，别着急，
咱把电波的历史讲一讲。
乙：电波的历史还挺曲折，
那就只好一件一件说。
甲：磁现象，早发现，
起码已有两千年，
我国发明指南针，
一直应用到如今。
乙：电现象发现也不晚，
那是1730年。
摩擦生电不稀奇，
今天中学还实验。

甲：电荷之间有作用，
库仑亲自做实验，
用的工具叫扭秤，
提出的理论叫“静电”。
乙：电荷流动生磁场，
磁场能使磁针偏，
丹麦学者奥斯特，
1820年把佳话传。
甲：学徒出身的法拉第，
科学史上有贡献，
线圈切割磁力线，
就有电流线中传。
前面有了电生磁，
他又发现磁生电，
电磁、磁电紧相连。
乙：历史的巨轮滚滚转，
电磁的应用大发展，
电池、电解与电镀，
电阻、电容与电感，
电报机，消息传，电话机，一线牵，
嘀嘀嗒嗒、乌里哇拉到今天。
甲：还有人名一长串，
都和电波有姻缘，



去，好进入一楼。然而，当他还未冲到门口时，门已经砰的一声自动打开了，与此同时，室内的吊灯也亮了。随即一阵扑哧啾啾的脚步声传了过来。“啊！好一个胆大的家伙……。”没等他说完，一个矮个子象风一样地扑了进来。为了主动，周复一枪就击碎了天花板下的吊灯。立时，满屋漆黑。没了灯光，周复可以大显身手了。但出乎意料地是这个矮个子在黑暗中似乎比周复眼睛还好使，紧盯周复不放。当了多年侦察员的周复，今天第一次被人追上了，若不是他身轻脚快，动作灵敏，一连跳过几个沙发，很可能被矮个子捉住了。周复心里明白，对这个作案者是不能轻易开枪把他打死的。只有格斗了，周复抡圆左拳，一个转身打过去，矮个子不及躲闪，咚的一声被打个趔趄，周复的左手也被震得发麻了，“好家伙，这小子还带着头盔哪！得找他的中路下手。”

但两个回合过去，周复却抓住了左臂，周复甩了两下，也未摆脱得了。他正准备用手枪击矮个子下颔颌时，矮个子一张嘴，从口里喷出一股难闻的气体，冲向周复。“麻醉剂！”说时迟，那时快，周复在头脑尚存一丝清醒时，迅速决定，开枪射击。啪啪啪三枪打去，矮个子火光一冒，重重地摔在地板上，而

周复也扔掉手枪，醉汉似的倒在沙发上。一场激烈的战斗也随即停止了。屋内一切都平静了下来。

不知过了多久，一股清凉香甜的液体流进了周复的嘴里，立时，似乎一股暖流流遍全身，把各个器官都唤醒了。他睁眼一看，保卫科长，王老，护士小刘都围在他身旁。他忽地一下坐起来，急切地问：“敌人哪儿去了！”王老眯着眼睛，微笑着说：“不要着急，我的好小伙子，先喝杯咖啡！”小刘笑着把咖啡递给他，保卫科长也看着他笑。周复见大家这个神态，简直弄糊涂了：“你们这是……”保卫科长笑着对王老说：“快告诉他吧！不然，咖啡是喝不下去的。”王老故做神秘地说：“谢谢你，小伙子，今夜你帮我做了一次全面的检验工作。”“什么，我做检验工作？”周复更糊涂了。“今天晚上，你把我的‘全值发射机’的附带产品进行了全面地考核，你瞧。”说着话，王老把周复领到走廊，那个矮个子正倒在那里。

保卫科长拿着一盘胶带说：“嗯，你的拳法不错，可你怎么能打死他呢！”护士小刘悄悄地告诉周复：“这是CX-1警卫战士之友。”“啊，原来是一具机器人呀！”周复这才明白。王老解释说：“对！这是一具装上热敏感知器、红外全息摄像机，而且经过特殊编码的机器人。当

你一接近楼房时，你的热辐射就被它接收了，并根据你的热辐射量确定你的位置。”“怪不得在黑暗中，他步步不离我呢！”周复插嘴说。

“嗯，当你把吊灯击灭后，室内热辐射量最大的就是你喽，即便‘他’捉不到你，你的一切行动也被全息摄像机拍摄下来了。我们终究会捉到你这个‘贼’的。”

“啊！我成了贼啦！”

一句话把大家都逗笑了。是呀，用他来防盗、做保卫工作可太好了。

护士小刘高兴地说：“有了它，你们的任务可减轻了。”

王老郑重地说：“不。CX-1不是被周复打倒了吗！就是将来，科学更加发达，也还是人比机器强。”



人名用来作单位，
不妨听我念一念：
电荷的单位叫“库仑”，
电流的单位是“安培”，
电压的单位称“伏特”，
电阻的单位名“欧姆”，
电感的单位是“亨利”，
电容的单位叫“法拉”。

乙：瞧你说的真热闹，
科学发展步步高。

甲：叫同志，别称赞，
这才讲了有线电。
理论发展靠实践，
有人预言了无线电。

乙：这个人一定不简单，
请你把他谈一谈。

甲：他的名字不好念，
麦克斯韦记心间，
数学演算立奇功，
推出方程一大串。

乙：方程式，你别小看，
科学概念在里边，
电变磁来磁变电，
就有电波往前传。

甲：开天辟地第一道，
理论上有了无线电，
有待实践来检验，
所以说它是预言。

乙：时间又过十几载，
到了1887年，
赫兹实验立奇功，
证明电波真能传。
不过赫兹太主观，
匆匆忙忙发了言：
这个电波实在弱，
实际应用有困难。

甲：事物发展本无限，
人类的认识也没完，
突破权威的框框干，
终于发明了无线电。

乙：波波夫，马可尼，
他们可不是两兄弟，
一个生长在俄国，
一个祖籍意大利。

甲：说起这个发明权，
乙：国际上争论没个完。
甲：俄国说是波波夫，
在那1895年。

搞了个雷电指示器，
从此有了无线电。

乙：西方说是马可尼，
发明是在意大利，
这人跑到英国去，
提出申请要专利。

甲：到了1901年，
电波越过了大西洋，
五年之后有电台，
人类听到了广播声。

乙：电波的历史虽不长，
创造的奇迹有千万桩，
若要咱俩讲下去，
三天三夜难收场。

甲：有长波，有中波，
还有短波和微波，
有天波，有地波，
还有直射、散射波。

甲：乙：各个波段都应用，

世界到处充满波，
大家来把电波用，
四化处处奏凯歌。

漫话扬声器上的面网

田寿宇

面网俗称喇叭布，也有人管它叫广播纱。但无论是叫“布”还是“纱”，都不能恰如其份的反映出它的身份，所以还是称之为面网比较妥贴。

扬声器上为啥要装设面网？答案只有一个：为了美观和防护。前者是想把箱子打扮得漂亮些，后者是避免扬声器遭到意外的戳伤。除去这两个作用以外，位于扬声器和人耳之间的这层隔膜——面网，实

在是一位“多余的第三者”。

面网只有让声音畅通无阻的义务，而不可有一丝一毫阻滞的权利，更不允许产生共振。市上出售的“孔雀开屏”、“天女散花”等等绚丽多彩的喇叭布，它们的质地都嫌过份紧致，而且花纹图案的设计未能充分考虑声学原理，往往是疏密不匀。当用这种质料的喇叭布制作的面网随着放声的强弱在一起一伏地鼓搦、颤抖时，耳朵里真有说不出的难受。然而还有比这更糟的：有人觉得箱子的喇叭口是个大窟窿，难以使喇叭布绷得平整熨贴，竟在洞口嵌上一些精工雕镂而成的海鸥展翅、仿古铜钱或是四角菱、五角星……这种做法实际上铸成了更大的声学错误，因为这些障碍物会产生讨厌的紊流现象。

只要用放大镜仔细观察一下由棉纤维编织成的喇叭布，就会发现它的每一根经线、纬线都是毛茸茸的，这样的材料对高频声有一定程度的吸收作用。若是遇上阴雨天气，室内空气相对湿度剧增的时候，这种对高频声有害的衰减现象就更为严重。因此，考究一些的面网差不多都是用吸湿率很低的合成纤维制造，不但透音良好，而且由于采用立体交织编结的特殊工艺，使之具有较佳的韧性和硬度。很多盒式收音、录音两用机索性采用粗格大孔的金属罩盖作为面网。

也许有人会提出这样的疑问，扬声器箱上的面网究竟应该怎样考虑才算是比较合适的呢？国外书刊上提到的少女面纱法，很值得推



荐。这个方法一学就会，行之有效，不需要用繁琐的数学公式来计算，对业余者尤为适宜。懂得一点历史的人都知道，在中世纪欧洲的某些地方，少女出门时常常要戴上一层面纱，使人不能窥见她的玉貌花容，可是姑娘的慧眼却能透过面纱看见周围的一切。音响专家借用这个道理，把扬声器箱上的面网竖直放置在面庞前方，让鼻尖刚好能够触及，此时如果眼睛透过面网上星罗棋布的孔眼能看得见站在1米远处人脸上的痣粒，就好象夏天在室内隔着纱窗看街景一样，甚至忘掉眼前存在的这层屏障，那么，这只面网的透音程度基本上能令人满意，鼻尖与瞳孔的相对高度也就是面网内侧与扬声器纸盆边缘之间最恰当的距离。

有经验的业余家在欣赏音乐的时候，干脆拆下面网不用，聆听完毕，再把面网盖上。这就是为什么有许多名牌扬声器箱上的面网都设计成可揭式结构的缘故。

凭窗远眺，尽管玻璃擦得一尘不染，还是打开窗子更加感到自然舒畅、心旷神怡。





国际合格电子技术员测验



5

第五部分 电子元件和电路

1. 对于图1所示电路, 下述的答案哪一个是对的?

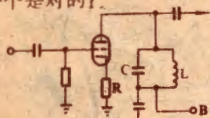


图 1

- (a) 将通过除了 LC 回路谐振频率附近的一个频带以外的所有频率
- (b) 将抑制除了 LC 回路谐振频率附近的一个频带以外的所有频率
- (c) R 的数值将决定 LC 谐振回路的谐振频率
- (d) 电阻 R 为电路提供正反馈

2. 在图2所示的电路中:

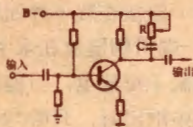


图 2

- (a) R 和 C 可作为音调控制
- (b) R 改变振荡频率
- (c) R 改变集电极电压
- (d) R 改变 C 上的直流电压

3. 在图3电路中:

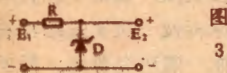


图 3

- (a) 当 E_1 的电压比 D 的击穿电压低时, D 将导通
- (b) D 是一个保护器件, 当 E_2 电压超过 D 的击穿电压时 R 将被断开
- (c) 当 E_1 的电压比 D 的击穿电压高时, D 将导通
- (d) 这个电路是一个半波电源

4. 关于图4电路:

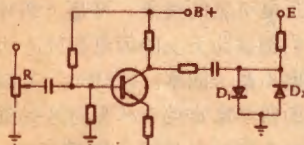


图 4

(a) 因为 D_1 和 D_2 对消了 E 点上的信号, 所以电路不能工作

(b) 电路也许能作为一个稳压电源来工作

(c) 调整 R 能够确定 E 点的直流电压

(d) D_1 和 D_2 是静噪器

5. 关于图5所示电路:

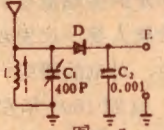


图 5

(a) 如果在 E 和地之间接一个高阻, 抗耳机, 它将最佳地工作

(b) 在 E 上不接一个电源, 它就不能工作

(c) L 和 C_1 如果不是可变的, 它就不能工作在调幅广播频段

(d) C_2 的数值将决定被接收的电台

6. 图6所示电路:

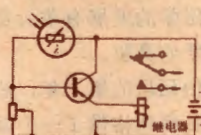


图 6

- (a) 可以用来接通报警器
- (b) 是一个声控继电器电路
- (c) 可以用来测量流体流量
- (d) 是一个过载保护装置

7. 图7所示电路是什么类型的电路?

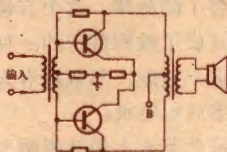


图 7

- (a) 互补对称放大电路
- (b) 推动放大电路
- (c) 推挽放大电路
- (d) 射极输出器放大电路

8. 图8所示电路是一种:

- (a) 多谐振荡器
- (b) 间歇振荡器
- (c) 调板调栅振荡器

(d) 电感式三点振荡器

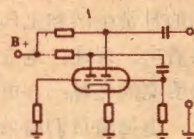


图 8

9. 图9是一种:

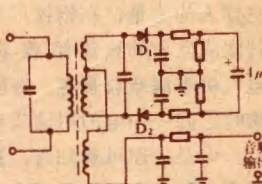


图 9

- (a) 比例检波器
- (b) 积分检波器
- (c) 鉴频器
- (d) 全波桥式电路

10. 图10所示集成电路的3、4、

5、7、10、11和12脚可以作为:

- (a) 散热器
- (b) 任选的输入电平接头
- (c) 任选的输出电平接头
- (d) 它们没有什么用处

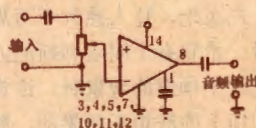


图 10

(木子译 易水校)

第四部分 晶体管 and 半导体答案

1. 正确答案是(b)。最好的检查方法是看偏压(发射极和基极之间的电压)是否在允许的范围内。

2. 正确答案是(d)。一个NPN型晶体管的集电极电压相对于基极和发射极应该是正的。发射极电压大约比基极还要负0.6伏左右。

3、4、5、6、7、8、9、10各题的正确答案分别是(a)、(a)、(d)、(c)、(c)、(a)、(b)、(c)。



静电时代的开拓者

张晋纯 宋东生

张中良插图

在人们的日常生活和工作中，处处都用得着电。夜晚，电点燃了电灯，发出明亮的光辉；在电视机的荧光屏上，电把演员们精采的表演显示在我们面前；建筑工地上，高高耸立的塔吊挥舞着铁臂，是电给了它惊人的力量；在钢铁厂里，电又转化成巨大的热量熔炼着金属；电气机车满载着乘客，奔驰在丛山峻岭之间……电的用途实在是太广了！但是，你可曾知道，从电的发现到实际应用，经历了多么漫长的岁月，科学家们付出了多少艰辛的劳动？！

还是在公元前600年左右，古希腊正处在文化昌盛时期，妇女出门都喜欢穿柔软的丝绸衣服，胸前佩带着琥珀做的首饰。琥珀是一种树脂化石，把它磨光，就呈现出黄色或红色的鲜艳光泽。人们总是想把琥珀首饰擦拭得干干净净。可是，不管擦得多么洁净，它很快就会吸上一层灰尘，让人感到不可思议。当时，希腊有个叫塞利斯的人，在研究这个神奇的现象时，注意到挂在颈项上的琥珀不断晃动，频繁地摩擦身上穿的绸子衣服，猜想这里面一定有奥妙。后来，他发现用丝绸摩擦过的琥珀能够吸引绒毛、麦秆和一些别的小东西，于

是就管这种不可理解的力量叫做“电”。

公元前一世纪末，我国西汉年间，也有人发现玳瑁经过摩擦可以吸引细小的物体。公元三年又发现金属制的矛的尖端放电的现象。

从古希腊人第一次发现电以后的两千年中，对电的研究一直没有新的进展。直到1600年左右，英国女皇的侍医吉伯对摩擦起电现象做了实验，进一步阐明除琥珀外，还有硫磺、树脂、玻璃、水晶、金刚石等，摩擦之后也能吸引又轻又小的物体，于是摩擦就被公认为物体带电的原因。吉伯医生是个博学多才的人，他不仅医术高明，对化学、电学和磁学也有很深的造诣，尤其对磁学的发展有重大贡献，被誉为磁学的鼻祖。

吉伯死后的第二年，法国马德堡市市长格林格做了一个简单的摩擦起电装置。他把直径一英寸左右的硫磺球，放在木头盘子里使它旋转、滚动，由于摩擦使硫磺球带上了电，当其它东西与硫磺球接触的瞬间，会产生火花，这就是静电起电机的雏型。后来，牛顿又用玻璃球代替了硫磺球。这个有趣的实验一时竟成了欧洲盛行的一种游戏。根据这个道理，不久就有人制成了一种感应起电机。

荷兰莱顿大学教授姆辛布劳对摩擦起电很感兴趣，他反复考虑着能不能把电储存起来呢？1746年，他做了一个著名的试验，用玻璃瓶子装上水收集静电，当瓶子里存贮的电荷放电时，竟然使人体受到猛烈的震击，几乎窒息，同伴们十分恐惧，后来都拒绝做他的助手。这种蓄电器不久被改良成为内外敷有金

属箔的电容器，依然保留了玻璃瓶的形状，这就是众所周知的莱顿瓶。



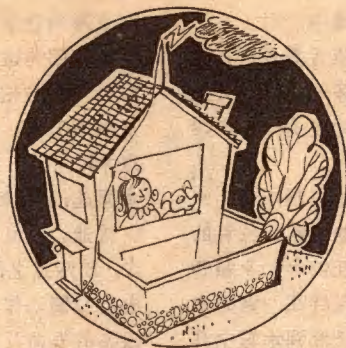
关于感应起电机还有一段趣闻。法国某学者用上面说的那种装水的瓶子收集“电”，他把感应起电机的一端接在瓶子外面贴的锡箔上，另一端用铜链放在水中，转动起电机向瓶子里储电，当他用手把铜链从水中取出时，只听“叭”的一声打了一个火花，学者全身受到震击，发出一声惨叫。事后，周围的人谈起他当时那种滑稽的姿态，禁不住捧腹大笑。这件事情不知怎么传到了法国皇帝的耳朵里，皇帝也想看看这个滑稽表演，就把学者召来，对他说：“你再做一次实验给我看看，我资助你一笔研究费用。”据说那个学者脸都吓白了，恳求说：“陛下宽恕，您就是把法国给了我，我也不再做了。”

莱顿瓶的发现，对推动电学的研究具有十分重要的意义。过去，电只是在摩擦或打雷的时候出现的神秘东西；后来却成为可以人工控制反复可见的现象。可是，那时候人们都认为天上的闪电和地上的摩擦电不是一回事。1749年，美国著名的科学家富兰克林大胆地提出了雷电和摩擦电是同一种东西的看



法。为了证实他的这个学说，1752年的一个雷雨夜，富兰克林冒着生命危险做了一次“天电传输试验”。他用丝织的手帕做了一个风筝，风筝在电闪雷鸣的风雨中腾空而起，接近了带电云层，风筝上绑扎的一英尺长的铁丝把雷电引到打湿了的绳索上，传送到莱顿瓶里。这就是世界闻名的天电传输的“费城试验”。富兰克林就利用这次试验引下来的电，与地上的摩擦电做了比较，证明它们的特性完全相同。

后来，富兰克林又发现了尖端放电现象，并着眼于在雷电方面的应用。第二年他就把铁制的避雷针安装在屋顶上，雷电沿避雷针和接地的金属线泄入大地，避免了雷电对建筑物和人畜的伤害。这种避雷针一直沿用到现在。富兰克林在研究中还发现，若使金属物的尖端产生放电，能使空气中的烟或尘埃带电而沉落到地面，这种方法现在叫



做“电气集尘法”。如果使烟囱中冒出来的烟带电，带电的烟尘就被吸集于地面，烟囱不再喷吐浓烟，有效地抑制了对环境的污染。

1875年，法国物理学家库仑发现了带正电的物体和带负电的物体之间具有相互吸引的力量；而两个带有同种电荷的物体则具有相互排斥的力量。通过大量的实验证明：两个带电体之间的作用力，与它们所带电荷量成正比，与距离的平方

成反比。这个与牛顿万有引力定律相类似的定律叫“库仑定律”。库仑的重要贡献在于他确定了电与磁在力学上的数学关系，使后来的电学研究能够以数学做为基础，因此人们把他的名字定为电量的单位。

从发现摩擦起电现象到把电储存在莱顿瓶中，经历了两千多年的漫长岁月，这就是电学发展史上的静电时代。静电时代的开拓者们付出的艰辛劳动，为人类打开了通往“动电”时代的大门。



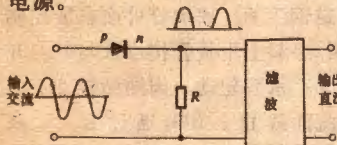
(上接第19页)

小，这个反向电流比较固定，只决定于少数载流子的密度，所以又称饱和电流。硅管为微安级，锗管较大；(3)反向电压再加大，p-n结出现击穿，击穿电压 U_z 比较固定，但反向电流要急剧加大。

多种二极管

利用 p-n 结的各种性能可以制造出多种二极管。

利用正反向非线性——整流二极管 所谓非线性是指正反向电流差别很大的意思。把交流电加到由二极管组成的整流滤波电路上(图11)，就可获得直流输出，可作整流电源。



图(11) 整流作用

利用反向击穿现象——稳压二

极管 因为二极管击穿电压 U_z 不随电流变化，是个相当稳定的数值，可以用它来稳定变动的直流电压。它属于隧道击穿。

利用空间电荷层宽度随反向电压变化的性质——变容二极管 因为空间电荷层内是没有载流子的，好象一层绝缘的介质，这就等于一个电容(图12)。所加反向电压越大，空间电荷层就越宽，相当于结电容减小。可用于电视机的电调谐高频头中。

p-n 结的其它应用还很多：利用隧道效应作成隧道二极管；利用热激发效应作成热敏二极管；利用光电效应作成光电二极管……现在已经制造出上百种不同性能的二极管。

p-n 结的最大功劳还在于它的

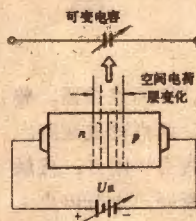
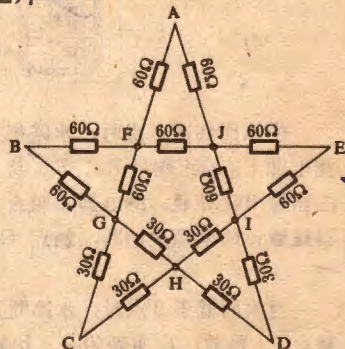


图12 变容二极管

组合可以构成三极管。至于两个 p-n 结如何构成一个三极管？下一期再作介绍。

求等效电阻

如图所示，用 15 只电阻组成的五角星式电路，试求五角星电路中 B-E 之间的等效电阻值是多少欧姆(Ω)？



答案在本期。(王化棠)

介绍液面控制两种电路

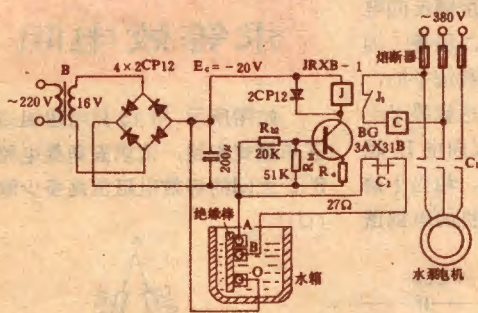


在生产实践中，对于水、油等液体表面位置需要进行控制的情形是很多的。这里介绍两种简单易行的电路，供参考。

图1是用于控制水塔、水箱或地面积水池等水面位置的电路。为了保证供水，水箱的液面希望经常保持在一定的水平上。当水面降低到水箱中B点时，水泵自动向水箱抽水；当水面升高到A点时，水泵自动停止工作。这样水面就可以自动维持在A、B两点之间。

在水箱中竖一根绝缘棒（用胶木或塑料制成），用导体（碳精块或其它不易锈蚀的金属）建立三个接点A、B、O，对应于三个水位，用导线引出。

水泵电动机由交流电源通过接触器C的常开触点 C_1 供电。接触器的线圈通过继电器J的常闭接点 J_1 接到交流电源上。只要继电器不吸合，接触器线圈就有电流通过，电机转动，水泵向水箱抽水。

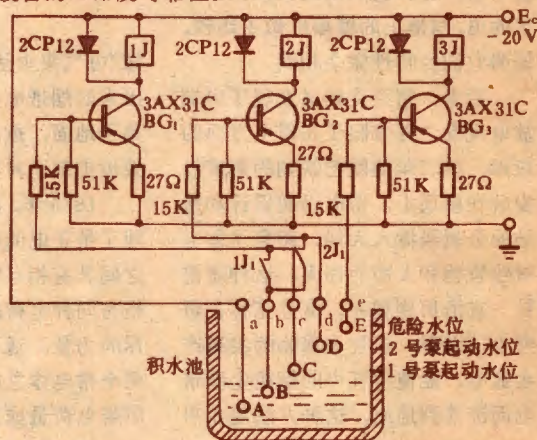


当水面到达A点时，水路把A、O两点接通，整流电源 E_c 的正端经 R_1 、 R_2 及AO两点形成通路，晶体管BG导通，继电器J吸合，接点 J_1 断开，接触器线圈C的电源被切断，触点 C_1 断开，水泵停止工作。

当水面低于B点时，水路断开，晶体管无基流而截止，J释放， J_1 重新闭合，接触器动作， C_1 闭合，水泵又工作。

接触器常闭触点 C_2 并联在A与B两点之间，当水

面下降到低于A点但高于B点时，水泵不马上向水箱抽水，因为这时A点通过触点 C_2 （此时 C_2 闭合）及B点仍与水路相通，BG有基流，继电器吸合， J_1 断开，水泵不工作。只有等到水面低于B点之后，A、O两点才断开，J失电， J_1 闭合，线圈C得电， C_1 闭合，水泵起动（这时 C_2 断开）。待水面再次升到A点时，A、O接通，重复上述过程。这样就自动地把水面保持在A、B两点之间，又避免水面在A点附近波动时，继电器频繁动作，水泵一会儿起动，一会儿停止，影响设备的寿命及可靠性。



同样道理，当用于要求可靠性较高的场合时，可以用两台水泵，并加上危险水位报警电路。图2是这种装置的控制电路部分。设其用于积水池排水情况，用五根长短不同的不锈钢棒做电极。当水面升到B点时，因接点 $1J_1$ 及 $2J_1$ 均断开，电路无变化。水面升到C点时，BG₁导通，继电器1J吸合，1号泵起动，开始排水（这时接点 $1J_1$ 闭合，作用同图1的触点 C_2 ）。等水面降到B点以下时，BG₁截止，1J失电，1号水泵停止工作。若水面升到C点而1号泵因故障未起动时，则水面继续上升。当水面升到D点时，BG₂导通，继电器2J吸合，2号泵起动（这时 $2J_1$ 闭合）。若两台泵全部故障时，水面一直升到E点，使BG₃导通，继电器3J吸合，发出危险信号（亮灯或响铃），通知工作人员到现场处理。

上面的电路是控制具有导电性能的液体（水等）的表面位置，对于不导电的液体（油等）可用图3电路来控制。在储油罐的下方开个口，引出一个玻璃管，在管中的油面上放一个磁钢浮子，玻璃管外面在欲控制油面的高度处（1、2两点）装上干簧管接点A与B。开始注油时，合上开关K，水泵起动。因油面较低，A接点断开，BG₁无基流而截止；BG₂通过 R_1 、 R_2 获得基流而导通，BG₃因接点B断开，处于截止状态。

在内燃机制造厂产品试车工段，常常可以看到试车工人手持机械转速表测量汽油机或柴油机的转速。试车工人反映，用这种办法测速既不安全，又不准确，劳动强度也大，而且转速表损坏很快。

为解决这个问题，我们在《无线电》杂志1975年5月号介绍的光电脉冲转速表的基础上，对其信号转换部分进行了改进，制作了可用于自动测速的感应脉冲转速表。该表经较长时间的使用，效果较好，准确度高，灵敏度好，使用安全、方便，可连续观察转速变化，成本低，寿命长。

我们采用电磁感应的办法，用一个汽油机的磁电机作为传感器。把它装在试车台上，与被测汽油机同轴转动。磁电机中的照明线圈随之在永久磁铁的磁场中转动，从而产生感应电势。此感应电势作为测速信号，加在电子转速表的输入端，经BG₃、BG₄组成的双稳电路整形后，从BG₄集电极输出与磁电机电势信号同频率的矩形脉冲，再经D₁、R₁₄、DZ₂组成的限幅电路限幅后，对电容器C₅充电。由于充电时间常数T很小，所以C₅的电压在脉冲宽度内能充到脉冲幅值U。

有脉冲时C₅充电，无脉冲时C₅放电。在一个周期内充、放电电荷相等

$$Q_{\text{充}} = Q_{\text{放}} = CU$$

感应脉冲

转速表

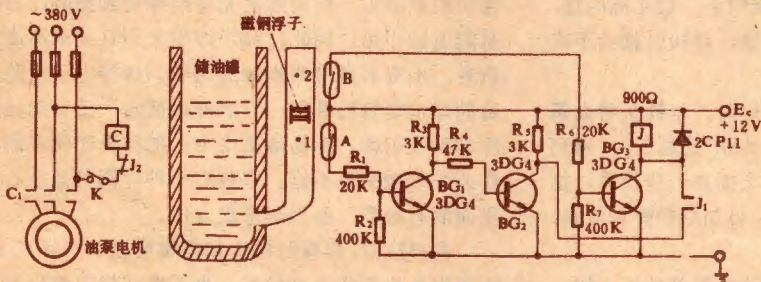
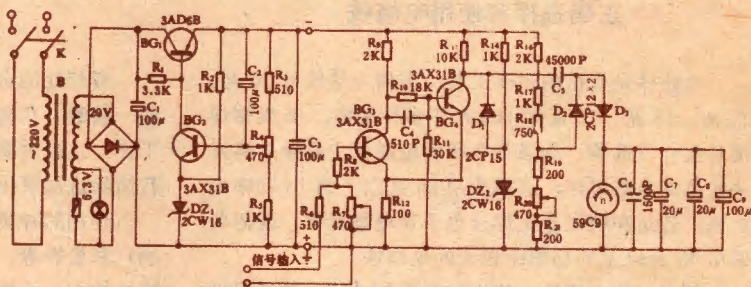
$$\text{放电电流 } I = Q_{\text{放}} / T = CU / T = CU I$$

由于容量C和脉冲幅度U是不变的，因此I仅与t成正比，即与磁电机感应电势的频率成正比，而后者又是与汽油机转速成正比的。所以用微安表测出C₅放电电流便可反映被测转速。将微安表电流刻度改为转速刻度，便可从表上读出被测汽油机每个时刻的转速。

微安表用59C9型。C₅尽量用容量稳定的电容器，容量可根据测速范围选择。我们用四极磁电机

作传感器，C₅用45000pF，测速范围在100转/分~500转/分之间。改变R₂₀阻值可以改变C₅充电电压，从而可以改变放电电流，因此R₂₀可作为刻度校准之用。BG₁、BG₂组成稳压电路，电源电压在165~250伏之间变化时均能稳定工作。

(李粹纪)



当油面带着浮子上升到1点时，浮子使接点A吸合，BG₁由截止变为饱和导通，其集电极电位下降，使BG₂变为截止，由于J₁处于断开状态，所以BG₂、BG₃之间无影响，继续注油。

当油面超过1点后，接点A断开复原，BG₁变为截止，BG₂恢复导通；当浮子升到2点时，接点B闭合，

当油面下降时，虽因浮子离开2点，接点B断开，使BG₂变为截止，但继电器J仍可通过BG₂得电而不释放，一直等到浮子降到1点时，接点A再次闭合，使BG₁导通，BG₂截止，继电器才释放，J₂接通，油泵再次起动注油。这样就可以使油面保持在1与2两点之间。

(张志青)

近来,我们收到很多读者来信,要求刊载一些与业余制作有关的基础知识,并希望介绍一些具体的制作方法和经验。为了满足读者的要求,我们决定从本期开始在“实验与制作”栏内增设“入门篇”,陆续介绍一些电子爱好者必须掌握的一些常识,如电路焊接方法、常用电子元器件的选用、电路图的识别、简单电路的分析、制作过程中的经验和体会,等等。欢迎大家来关心和支

持“入门篇”。

——编者

和初学者 谈 焊接

宋东生

凡是电子爱好者,都要碰到焊接问题。看起来焊接简单、容易,但是要真正搞好焊接,焊出高质量的焊点,实际还并不那么容易。常常会因为焊接技术不高或焊点质量不好,而把元件烫坏或使机器在使用中发生故障。为使初学者能更快的掌握焊接技术,下面谈谈有关焊接的一些基本知识。

正确选择和使用电烙铁

电烙铁是焊接的主要工具。市售电烙铁有20瓦、25瓦、45瓦、75瓦和100瓦等多种规格,要根据焊接对象合理选购。如果是在印刷电路板上焊接电路元件或集成电路组件,必须使用25瓦以下的小功率电烙铁;若是在铁底盘上焊接电子管电路元件,就需要采用45瓦以上的功率比较大的电烙铁。

新买来的电烙铁,使用前先要“上锡”。就是用砂纸或锉刀把烙铁头打磨干净,接上电源,在加热的过程中给铜头涂上少许松香,等烙铁温度高过焊锡熔点时,用它去蘸取焊锡,铜头表面就附上一层光亮的锡,烙铁就能使用了。没有上锡的烙铁,焊接时就会不吃锡,难以进行焊接。

烙铁使用时间长了或烧得太热时,烙铁头将会氧化而蘸不上锡,就是人们常说的烙铁“烧死”了。遇到这种情况,可以拿一块细砂纸,上面加一些松香,把烧热的烙铁头在上面轻轻磨几下,再加松香和焊锡,就又能吃锡了。

烙铁头必须保持清洁,不清洁的局部蘸不上锡,会很快氧化,日子一久就使这个地方腐蚀成坑,缩短了烙铁头的使用寿命。

目前,生产了一种内热式电烙铁,具有重量轻、体积小、发热快、耗电省等特点。一只20瓦的内热式电烙铁,使用时相当于一般25瓦~40瓦电烙铁的功用,很适合焊接晶体管元件和印刷电路。

焊接物表面要打磨光洁

晶体管和电子元件的金属引线以及自制印刷电路板的铜箔表面,都有一层氧化物、油质或尘污,氧化物对锡分子的吸附力很小,导电性也很差。因此,焊接前一定要把焊接处的金属表面用细砂纸打磨光洁,然后放上一层松香,用蘸锡的烙铁搪上一层锡。很多人不重视这一点,焊完后虽然从表面看去有一层锡包着接点,实际上元件引线和铜箔间仍然是绝缘的,没有真正融合在一起,这种情况叫“虚焊”,电路上出现了虚焊点,通电后往往时通时断,成为机器最难查找的故障。

选用合适的焊剂

焊接处的金属表面虽然打磨干净了,可是与热烙铁一接触,在高温下表面又会形成氧化层,影响焊接工作,这就需要使用一种“还原剂”,在焊接过程中自行清除这层氧化膜,还原剂就是我们常用的焊剂。

焊剂的种类很多,常用的有氯化锌、焊锡膏(焊油)和松香等。氯化锌虽然去污和去油作用很强,但腐蚀性大,不能用于电子元件的焊接。焊油虽然用起来方便,但使用后常会有一部分残留在焊接点附近,容易沾染尘污,并且一般焊油都含有酸性物质,在焊接时四周溅溢,使周围的元件绝缘受到影响,日久容易起腐蚀作用。因此,除了焊很大而且要求不高的接点外,不要养成滥用焊油的习惯。焊接电子电路最合适的焊剂要算松香了,它的价格便宜,没有腐蚀性,冷却后是固体,不易沾染尘土。把松香溶化在酒精里作为焊剂效果也不错。市售有一种焊锡丝是空心的,里面灌有松香,使用起来很方便。

需要注意,焊接时松香和焊锡应该加到焊点上去,不要用热烙铁头去蘸松香,也不要焊点堆积过多的焊锡,这样做不但浪费,而且容易造成短路。

烙铁热度和加热时间要适当

不少同志在烙铁还没有烧到足够的热度就急于去焊接,这时在焊点上锡熔化得很慢,被焊元件和烙铁接触的时间较长,就会使热量过多地传到元件上去,

倒相式音箱的设计与制作



杨士毅 赵玉龙

倒相式音箱(见图1)由于其结构简单,便于制作,能较好地重放低音,非线性失真不大,声辐射效率较高,适宜于大多数大口径电动式纸盆扬声器等优点而被广泛采用。这里介绍一种适宜于业余爱好者的设计与制作方法。

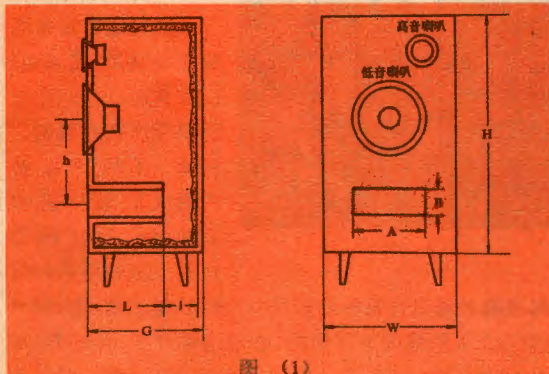


图 (1)

倒相式音箱的设计包括确定音箱体积 V_b 、倒相孔面积 S 和倒相筒深度 L 。这三个参数又决定于扬声器的谐振频率 f_s 和扬声器活动系统的顺性 C_s , 所以必须首先求出 f_s 和 C_s , 下面大略地介绍一下设计步骤。

1. 测定扬声器谐振频率 f_s

有条件时,可按图(2)所示用仪表测出谐振频率。当电压表的指示为最大值时,音频振荡器的频率即为扬声器的谐振频率。如果没有仪表,可查有关电声手册,查出该型号扬声器的标称谐振频率,一般以取其上限为好。如某10英寸扬声器的谐振频率为 50 ± 10 赫,则取60赫。

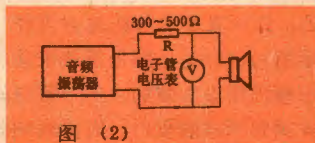


图 (2)

使零件受损(如电容器封蜡熔化,电阻受热阻值改变等),尤其是晶体管,管芯热到一百多度就会损坏。另一方面,烙铁温度不够,焊锡熔化得不好,颜色暗淡,像豆腐渣一样,稍有拉动就会松脱下来。

烙铁过热也是不好的,温度太高金属表面的焊锡容易流散,接合处锡量不足,接合也不牢固。并且,烙铁温度过高,烙铁头极易氧化而“烧死”,变得不吃锡,影响工作的进行。

焊接晶体管和集成电路时要谨慎小心,最好用容易传热的镊子夹住管脚,使热量从镊子上散失,不致

2. 测定扬声器顺性 C_s

将一块重200克到400克的非磁性材料重物放在扬声器的纸盆和音圈粘接处,放时要特别小心,重物形状以环形为好。设法用尺子测出加上重物后,纸盆的下移量。然后利用下式算出顺性 C_s 。

$$C_s = \frac{\Delta}{9.78m} \quad (1)$$

其中 Δ 为下移量,单位为米; m 为物重,单位为公斤。

例如某10英寸扬声器,当加上264克的重物时下移量为1毫米,由(1)式可算出 $C_s = 3.9 \times 10^{-4}$ 米/牛顿。

3. 求音箱体积 V_b

为了获得平坦的频响曲线,箱内空气体积的顺性 C_b 和扬声器活动系统的顺性 C_s 之间应有如下关系

$$C_b = 0.707 C_s \quad (2)$$

已知 C_b 和扬声器口径之后,就可由图3查出音箱体积。例如把前面求出的 $C_s = 3.9 \times 10^{-4}$ 米/牛顿代入(2)式,得 $C_b = 2.75 \times 10^{-4}$ 米/牛顿,由图(3)查得对应250毫米(约10英寸)口径的扬声器的音箱体积 $V_b = 45$ 升 $= 0.045$ 米³。

注意:音箱的实有体积还应加上扬声器和倒相筒所占的体积以及板壁加强筋的体积。粗略计算时,可将这些取为箱内部体积的10~15%。如果箱内还装有高音及中音扬声器(组合式音箱)时,则还应将这些扬声器及分频器所占的体积包括进去。

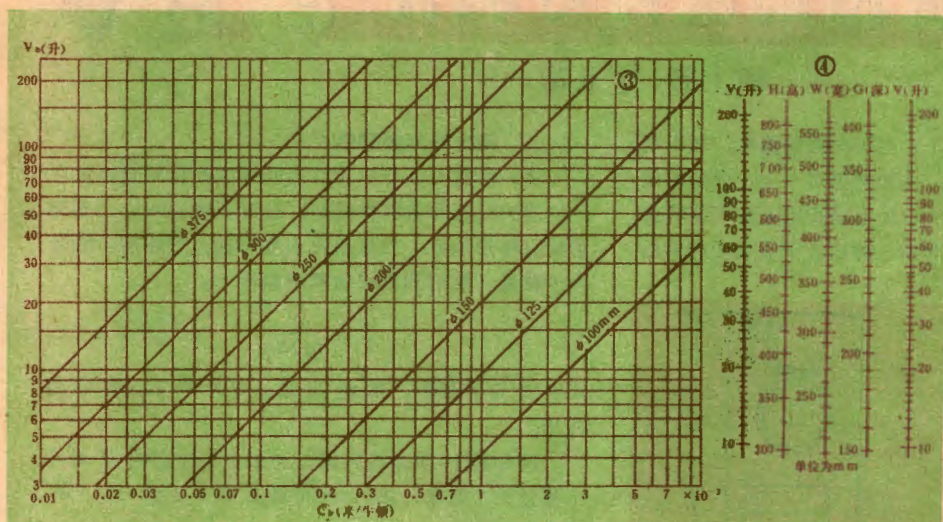
4. 确定倒相孔面积 S 和深度 L

倒相孔既不能开得过大,也不能开得太小。若开得过大就得加大套筒的深度,这会给制作带来困难。若开得太小,倒相筒内空气的振动速度将加大,很容易产生非线性失真等。通常可将倒相孔的面积 S 取为

传到管子内部的管芯上。

焊点处焊锡未冷却凝固前,不要使焊头摇动,否则最容易造成虚焊。也不要将烙铁在焊接点上来回移动或用力下压,这样做不但无助于焊接工作,而且常会影响焊点质量。要想焊得快和焊得好,应该用烙铁铜头挂锡的面轻轻接触焊点,不要用它的刃去烫接。

焊接技术是电子爱好者需要首先掌握的一项基本功,也是保证电路工作可靠的重要环节,初学者根据上面讲的几个要领,一定会在实践中不断提高焊接技巧。



5. 确定音箱的

外形

音箱通常被做成长方形(立式或卧式),其高、宽和深之间没有严格的限制,但为了不致于在箱内形成驻波,三边长度之比不宜超过1:3。图(4)所示列线

图可用来确定音箱的外形尺寸,图(4)是在高:宽:深=2:1.42:1的情况下作出的。前边已求出 $V_0=45$ 升,加上10%以后为50升,由图4可查出高、宽、深三边为525×370×260毫米。由于音箱的实际尺寸还要加上音箱板壁的厚度,因此当设前后盖板为20毫米厚、侧板为16毫米厚时,音箱的三边尺寸便是580×400×300毫米了。

6. 制作注意事项

音箱不但要设计正确,制作也不能马虎。制作时应注意的事项是:(1)音箱务必作得十分牢实严密,不得有一丝缝隙和一个孔洞。一定要用结实坚硬的木板或层板,板的厚度可根据扬声器的口径取为12~20毫米。板壁结合处可采用榫结构或垫以木块、角铁并用木螺丝拧紧。(2)面板上的扬声器孔最好不要开在正中心,以开在不对称的地方为好(图1是示意图,并非示范)。(3)为了防止板壁振动,影响放音音质,可在板壁内增设加强筋。(4)箱内的吸音材料是用来消除或削弱声波的反射,去掉频响曲线的峰和谷的,可以用多孔性软泡沫塑料、玻璃丝毡、棉絮和毛毡等来做吸音材料,如果手头有较多的吸音材料,便可在除前面板外的所有板壁上贴以1~2层(总厚度15~20毫米)的吸音材料。如果材料有限,在箱内相对的一个板壁上贴吸音材料也可,例如只贴后盖板、上盖板和一个侧板。还有一种办法,效果也满不错,就是只用一块较厚的吸音材料把整个扬声器的后面包起来,但在磁钢处要开一个孔,让它外露,以免过热退磁。(5)为了防止灰尘和金属铁屑等落入磁隙,可用干净纱布将整个扬声器包2~3层,然后再安装在前面板上。

扬声器纸盆有效面积 S_e 的 $1/4 \sim 1$ 。而纸盆有效直径可取为标称直径 D 的 $0.7 \sim 0.8$,因此

$$S_e = \frac{\pi[(0.7 \sim 0.8)D]^2}{4} \quad (3)$$

$$S = (0.25 \sim 1)S_e \quad (4)$$

倒相孔可以开成长方形(图1)或圆形。开成圆形比较方便,可以加用硬纸板或塑料套筒。选定适当的倒相孔面积后,可由下式计算倒相筒的深度 L

$$L = \frac{3097S}{f_s^2 V_b} - 1.7 \sqrt{\frac{S}{\pi}} \quad (\text{米}) \quad (5)$$

对套筒的深度有些限制,如筒的末端离开音箱后盖板的距离 l 应大于40毫米。另外,当倒相孔和扬声器孔开在同一面板上时,为了避免产生干扰,它们之间的间隔 h 应为扬声器半径的2.5~4倍。现以前边的10英寸扬声器为例,假定选倒相孔的面积 S 为纸盆有效面积的30%,取纸盆的有效直径为标称直径 D 的0.73倍,则

$$S = 0.3 \times \frac{\pi}{4} \cdot (0.73 \times 0.25)^2 = 7.85 \times 10^{-3} \text{米}^2$$

将 S 代入(4)式,取 $f_s=60$ 赫, $V_b=0.045$ 米³,经计算得

$$L = \frac{3097 \times 7.85 \times 10^{-3}}{60^2 \times 0.045} - 1.7 \sqrt{\frac{7.85 \times 10^{-3}}{3.142}} = 0.065 \text{米}$$

考虑到还要进行调整,取 $L=7 \sim 8$ 厘米。此深度系包括前面板厚度在内的深度,如果计算出的深度和板壁厚度差不多时,就不用加套筒了。这时只须将倒相孔面积稍微加大点,以便调整。

一、频道转换开关线圈

线圈代号	导线线径	线圈直径	绕线方向	圈数
1L ₁	0.35	3	顺	15
1L ₂	0.41	4	顺	10
1L ₃	0.35	3	顺	11
1L ₄	0.35	3	顺	11
1L ₅	0.35	3	顺	7
1L ₆	0.41	4	顺	15
1L ₇	0.35	3	顺	8
1L ₈	0.35	3	顺	7
1L ₉	0.35	3	顺	6
1L ₁₀	0.35	3	顺	6
1L ₁₁	0.35	3	顺	5
1L ₁₂	0.35	3	顺	5
1L ₁₃	0.35	3	顺	5
1L ₁₄	0.35	3	顺	7
1L ₁₅	0.35	4	顺	11.5
1L ₁₆	0.35	3	顺	11.5

线圈代号	导线线径	线圈直径	绕线方向	圈数
1L ₁₇	0.35	3	顺	10.5
1L ₁₈	0.35	3	顺	6.5
1L ₁₉	0.41	4	顺	11.5
1L ₂₁	0.41	3	顺	4.5
1L ₂₄	0.41	3	顺	3.5
1L ₂₆	0.41	3	顺	3
1L ₂₇	0.41	3	逆	10.5
1L ₂₈	0.35	3	逆	7.5
1L ₂₉	0.35	3	逆	7.5
1L ₃₀	0.35	3	逆	4.5
1L ₃₁	0.41	4	逆	10.5
1L ₃₃	0.41	3	逆	5
1L ₃₆	0.41	3	逆	4
1L ₃₈	0.41	3	逆	3
1L ₄₀	0.35	3	顺	12
1L ₄₂	0.23	3.3	顺	15.5

线圈代号	导线线径	线圈直径	绕线方向	圈数
1L ₄₃	0.23	3.3	顺	13.5
1L ₄₄	0.23	3.3	顺	11.5
1L ₄₅	0.23	3.3	顺	9.5
1L ₄₆	0.23	3.3	顺	8.5
1L ₄₇	0.41	3.3	顺	3.5
1L ₄₈	0.41	3.3	顺	3
1L ₄₉	0.41	3.3	顺	2.5
1L ₅₀	0.41	3.3	顺	2
1L ₅₁	0.41	3.3	顺	2
1L ₅₂	0.41	3.3	顺	1.5
1L ₅₃	0.41	3.3	顺	1
1L ₃₉ 中频	0.18	NX-40 M4×8 φ5.5骨架平绕		20
1L ₄₁ 本振	0.18	NXD-60 φ2.5×8 φ5.5骨架平绕		12

注：以上线圈均用2A漆包线平绕，绕制方向“顺”为顺时针方向，“逆”为逆时针方向。

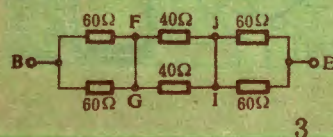
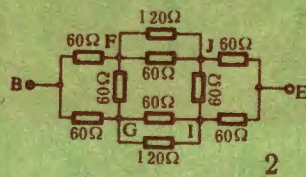
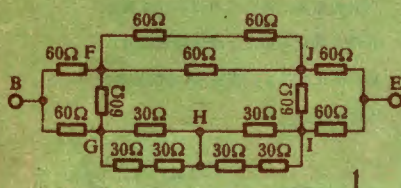
线圈代号	线径及线规	线圈绕制形状
1L ₂₀		
1L ₂₂	φ0.6	
1L ₂₃	镀银铜线	
1L ₃₂		
1L ₃₄		
1L ₃₅		

二、通道及伴音部分线圈

代号、型号	2L ₁ 10LV335	2L ₂ 10LV335N	2L ₃ 10LV335N	2L ₄ 10LV335N	2L ₅ 10LV335	2L ₆ 10LV335	2L ₇ 10LV3352	2L ₈ 10LV335	2L ₁₂ 10LV23-5
名称	匹配	吸收	吸收	吸收	一中放	二中放	三中放(初级)	三中放(次级)	吸收(6.5MHz)
线径	φ0.15	同左	同左	同左	同左	同左	同左	同左	φ0.08
磁芯	NX-40M4×8	同左	同左	同左	同左	同左	同左	同左	NX-40
电感量(μH)	1.2(最大)	1(最大)	同左	同左	1.2(最大)	同左	同左	同左	11
圈数及绕法	4-6 8T	(26.25MHz) 同左	(35.75MHz) 同左	(27.75MHz) 同左	同左	同左	1-2 5T 3-2 3T	同2L ₁	4-6 27T

代号、型号	2B ₁ 10TS22-9	2B ₂ 10TS22-11	2B ₃ 10TS22-12	2JB12LG651	2L ₉	2L ₁₀	2L ₁₁	2L ₁₃	2L ₁₄	2L ₁₅
名称	伴音放大	伴音放大	鉴频	视频插波	退耦	滤波	视频补偿	同左	同左	退耦
线径	φ0.08	φ0.08	φ0.08	φ0.08	φ0.1	φ0.1	φ0.1丝包线	同左	φ0.1	φ0.1
磁芯	NX-40	NX-40	NX-40	NX-40	无	NX-40 M4×8	无	无	无	无
电感量(μH)	11	11	6	10	7.5	16	270	90	270	7.5
圈数及绕法	5-1 2T 4-2 2T 3-4 20T 4-5 7T	5-1 9T 4-2 9T 3-4 18T 4-5 9T	5-1 2T 4-2 2T 3-4 9T 4-5 9T (3-5 双线并绕)	2AP9 L 6-1 30T 4-2 30T 等效电路	平绕于 φ6骨架 35T	平绕于 φ6骨架 75T	蜂房式 φ6骨架 200T	蜂房式 φ6骨架 110T	同2L ₁₁	同2L ₉

注：中周线圈引出位置(10LV)



本期求等效电阻的答案

首先把五角星电路变换成直线电路 [图 (1)]；对图 (1) 进行串并联计算，简化成图 (2)；因图 (2)

系对称电路，FG之间、JI之间的电阻 (60Ω) 存在与否，对电路的计算没有影响，故图 (2) 可简化成图 (3)；对图 (3) 进行串并联计算，得最后结果 $R_{\text{总}} = 80\Omega$ 。

三、扫描、电源变压器及其它线圈

代号	4B ₁	3B ₁	3B ₂	3B ₃	3B ₄	B
名称	电源变压器	帧振荡变压器	帧阻流圈	行推动变压器	行输出变压器	天线阻抗匹配变压器
铁芯	D42 0.5 GE B22×28 硅钢片	D42 0.35 E5×5 硅钢片	D42 0.35 GE 12×18 硅钢片	D42 0.35 E4×6.3 单E 硅钢片	MXD-1000 U13×23 磁芯	NXD-10 双孔磁芯
绕制数据	1-2 220V 3 2-5 18V 4 1-2 $\phi 0.25$ 1560T 3-4 $\phi 0.81$ 137T	6-1 2 5-2 3 1-3 4 $\phi 0.08$ 1-21000T 3-4120T 5-6 1800T	1-2 3 2-3 4 $\phi 0.33$ 670T $L > 0.35$ HR < 120 间隙 0.08T	3-1 2 1-3 4 $\phi 0.31$ 1-3 150T 4-6 53T	6-1 2 5-2 3 4-3 4 3-2 1 2-1 2 1-2 2 7-3 4 1 1/2T	2-1 2 4-3 4 6-5 7 300V AV 1×0.4 双线并绕 75V
线圈引出位置						

代号	3L ₄	3L ₅	3L ₆	3L ₇ (LVH-1)	3L ₂	3L ₁	3L ₇ (LSR ₁)	3L ₆
名称	行阻尼线圈	同左		行振荡线圈	行偏转线圈	帧偏转线圈	行线性调节器	行电源滤波线圈
磁芯	无	无		MXD-400 M6×12 方孔2.2×2.2	PZ32	MXD-1000	MXD-400	同左
电感量	0.8μH	2μH		3mH	380μH	80mH	70μH(最大)	45μH
绕制数据	 φ0.81 12T 平绕	 φ0.81 20T 平绕		 φ0.12 1-2 230T 2-3 525T	 1-6 41T 6-2 41T 4×φ0.23+2×φ0.27	 2-1 φ0.23 3-2 2-3 4-3 7(层)× 120T=820T 3-4 7(层) ×120T=820T	 φ0.51 1-2 37T	 φ0.53 1-2 60T 骨架直径 φ7.5
线圈引出位置	 φ10	同左		 1 2 3 4	 1 2 3 4 5 6 330P 1K 510Ω 510Ω		 1 2	 1 2

上期求等效电阻的答案

首先把五角星电路变换成直线电路

[图(1)]。求解时,关键是怎样理解电阻 R_0 。电路中,纵点连线AZ是电路左右两边的对称轴,B、J两点必然是同电位,两点间不会有电流流过。电阻 R_0 的存在与否,对电路计算没有任何影响,因此电阻 R_0 (80Ω)可以不计算在内,把图1简化成图2,进而简化成图3,最后简化成图4。求得AZ之间的等效电阻 $R_{AZ}=60.5\Omega$ 。

