

# 电子世界

ELECTRONIC WORLD

本期封面 中国电子学会科普委员会副主任  
中国电子技术进出口公司总经理

李振纲答本刊记者问

李振纲同志说：三亿七千万青少年是祖国的希望，他们的思想道德和知识才能关系着中华民族的未来，要把他们培养成为有理想、有才干的无产阶级接班人，除了学校的教育以外，科普工作是一个广阔的课堂。《电子世界》杂志要采用多种形式帮助他们在完成学习或工作任务的前提下，把课余和业余科技活动生动活泼地开展起来，这对培养他们具有高尚的情趣、广阔的视野，启发思维，提高技能都是十分有益的。这一工作将会继续得到有关部门的积极支持。



启发思维增长知识的有奖测验活动将于年底举行，请注意阅读本期开始刊登的辅导材料

《盒式磁带录音机原理与电路》讲座开始连载

为读者服务 向电子爱好者介绍 9 瓦集成电路 OCL 扩音机制作资料，为您提供廉价的成套元器件

特 讯：香港无线电技术出版社与本刊建立交换稿件的联系

7

1981

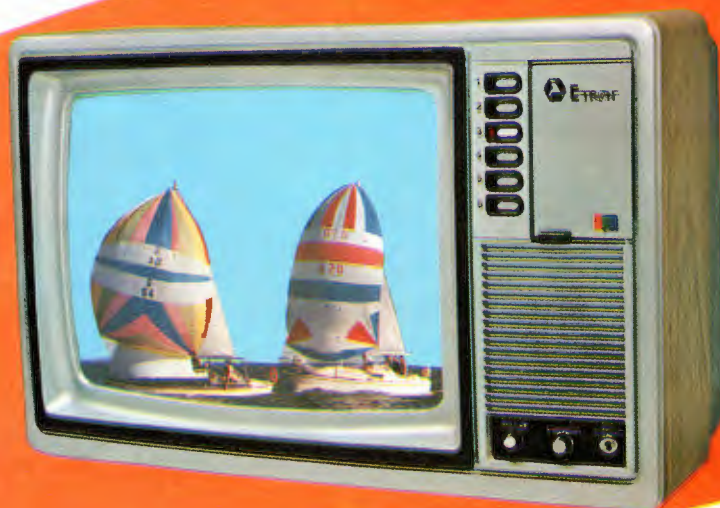




# 天虹牌

## RAINBOW

# 14" 彩色电视机



- 横排HIBRICON显象管：  
画面清晰鲜艳
- 采用集成电路元件：机件耐用，减少故障
- 轻按式选台：方便可靠
- 频道指示器：明确显示台位
- 自动微调控制(AFT)：画面稳定
- 自动色度控制：彩色稳定柔和
- 隐闭式手柄：携带方便，机箱美观
- 高绝缘度机箱：防止漏电，安全性高
- 大范围稳压：电源由150V—250V 均可正常收看
- 耗电特省：55W，接近一般黑白机



香港陆氏实业有限公司经销

九龙土瓜湾上乡道39-41号昌华工厂大厦

电话：3-620297 电报专机：54772 LUKS

82



解放思想 消除顾虑  
大胆猜想 大胆验证



①

## 积极推动人体科学研究工作



③



④



②

全国第二届人体特异功能科学讨论会于五月中旬在重庆市隆重举行。

来自全国的近四百名代表和列席同志参加了大会。会议围绕着人体特异功能这个主题进行了广泛的讨论，并交流了研究成果。参加大会的电子学专家们，决心利用电子手段深入研究，为探索人体特异功能贡献力量。

① 各抒己见，认真探索。

② 中国科协书记处书记聂春荣同志（中）和四川省委副书记杨超同志在讨论会上。

③ 特异功能儿童刘艺用手指辨字，使中国科学院电子研究所的杨龙生老教授（左）大为叹服。

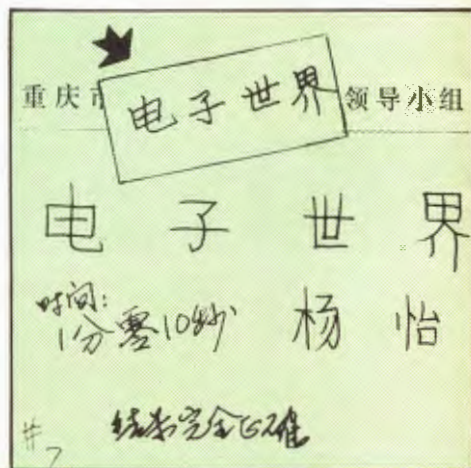
④ 背靠背的两个小姐妹正在进行思维传递的测试，杨怡（右二）仅用45秒钟便正确地读出了刘艺脑子里默想的字句。

⑤ 隔衣透视，能正确的描绘出人体的内部病变位置和形态。

⑥ 这个小家伙在众目睽睽之下，在桌子上写了一个很大的8字。

⑦ 特异功能儿童杨怡表演用耳朵“听”字时的记录。图中箭头指处为本刊记者书写的小纸条，下面是她根据脑子里映出的图象描绘出的字。

本刊特约记者 张乃明 摄影





# 国内外部分盒式磁带录音机主要性能指标 (1)

| 生产厂                | 型 号            | 带速误差 (%) |         | 抖 晃 率 (%) |      | 频响 (允差 $\pm 3$ dB)<br>(Hz) |           | 失真率 (%) | 信 噪 比 (dB)       |                  | 消音率 (dB) | 备 注            |
|--------------------|----------------|----------|---------|-----------|------|----------------------------|-----------|---------|------------------|------------------|----------|----------------|
|                    |                | 带头       | 带尾      | 带头        | 带尾   | 放 音                        | 录 放       |         | 线 性              | A计权              |          |                |
| 三 级 机<br>国 家 标 准   | GB-2019-80     | $\pm 3$  | $\pm 3$ | 0.5       | 0.5  | 125~6300                   | 125~6300  | 8       | (2迹)35<br>(4迹)32 | (2迹)38<br>(4迹)35 | 50       |                |
| 南 通<br>无 线 电 厂     | 宝石花<br>3TL-2   | 1.5      | 1.4     | 0.16      | 0.16 | 63~8,000                   | 55~7,000  | 4       | 47               | 57               | 60       | 收 录<br>(盒式)    |
| 大 连<br>录 音 机 厂     | DL-5           | 2.8      | 2.7     | 0.25      | 0.25 | 63~10,000                  | 90~6,300  | 5       | 44               | 50               | 60       | 收 录            |
| 无 锡<br>无 线 电 厂     | 梅 花<br>M-104   | -0.07    | -0.35   | 0.15      | 0.14 | 63~10,000                  | 55~6300   | 3       | 46               | 50               | 60       | 收 录            |
| 上 海<br>无 线 电 二 厂   | 红 灯<br>2L145   | 0.7      | 0.33    | 0.28      | 0.27 | 63~8,000                   | 75~7,500  | 5.6     | 37               | 47               | 58       | 收 录<br>(盒式)    |
| 上 海<br>无 线 电 二 厂   | 飞 乐<br>785-1   | 1.5      | 1.3     | 0.29      | 0.29 | 125~8,000                  | 110~7200  | 2.6     | 41               | 45               | 56       | 收 录            |
| 上 海<br>无 线 电 二 厂   | 747            | 3.5      | 3.1     | 0.4       | 0.4  |                            | 80~5000   | 6       | 31               | 37               | 42       | 收 录<br>(全进口零件) |
| 上 海<br>无 线 电 二 厂   | TU-75FS        | 2.3      | 2       | 0.26      | 0.24 | 63~1,000                   | 170~4,800 | 6       | 34               | 44               | 48       | 收 录<br>(全进口零件) |
| 常 州<br>无 线 电 厂     | 银 球<br>LYH-2A  | 0.33     | 0.13    | 0.13      | 0.13 | 63~10,000                  | 50~9,000  | 4       | 37               | 49               | 55       | 收 录            |
| 广 州<br>曙 光 无 线 电 厂 | 珠 江<br>SLB-3   | 1.2      | 0.9     | 0.21      | 0.22 | 63~10,000                  | 98~11,000 | 4       | 35               | 45               | 55       | 收 录            |
| 天 津<br>广 播 器 材 厂   | 星<br>LYH-502A  | 1.6      | 1.3     | 0.16      | 0.17 | 63~10,000                  | 60~6,300  | 2.4     | 50               | 50               | 65       | 收 录            |
| 铁 岭<br>610 厂       | 三 鹿<br>SL-3    | 0.17     | -0.6    | 0.2       | 0.2  | 125~8000                   | 90~6900   | 4       | 41               | 46               | 56       | 收 录            |
| 福 州<br>无 线 电 厂     | 茶 花<br>7J1     | -0.07    | -0.5    | 0.18      | 0.2  | 63~10,000                  | 34~9,000  | 2.6     | 41               | 47               | 57       | 收 录            |
| 常 州<br>录 音 机 厂     | 云 雀<br>SL-301  | 1.0      | 1.0     | 0.14      | 0.12 | 125~8000                   | 98~7000   | 3.4     | 43               | 45               | 55       | 收 录            |
| 北 京<br>无 线 电 厂     | 艺 声<br>SL-1    | 1.27     | 0.67    | 0.42      | 0.44 | 125~8000                   | 170~9000  | 2.5     | 43               | 46               | 56       | 收 录            |
| 辽 宁<br>无 线 电 三 厂   | 众 声<br>SL-3    | 1.33     |         | 0.24      | 0.27 | 63~8000                    | 72~9000   | 4.4     | 32               | 39               | 49       | 收 录            |
| 广 州<br>750 厂       | 双 喜<br>DH-7910 | 2.33     | 1.67    | 0.2       | 0.22 | 125~10,000                 | 85~10,000 | 1.8     | 34               | 45               | 64       | 收 录            |
| 广 州<br>750 厂       | 双 喜<br>DH-8000 | 2.33     | 1.67    | 0.25      | 0.29 | 63~8000                    | 80~8200   | 3       | 47               | 55               | 60       | 收 录            |
| 上 海<br>无 线 电 三 厂   | 春 雷<br>3PL3    | 0.67     | 0.33    | 0.15      | 0.14 | 63~8000                    | 85~7500   | 3       | 44               | 52               | 61       | 收 录            |
| 盐 城<br>无 线 电 厂     | 燕 舞<br>LYH2-1  | 0.47     | 0.37    | 0.16      | 0.15 | 125~8000                   | 100~8000  | 4.5     | 36               | 46               | 55       | 收 录            |
| 上 海<br>录 音 器 材 厂   | 上 海<br>L317    | -0.67    | -0.73   | 0.37      | 0.36 | 63~10000                   | 90~8500   | 5.5     | 30               | 37               | 46       | 收 录            |
| 上 海<br>电 声 厂       | 银 河<br>SL-8022 | 0.27     | -0.27   | 0.30      | 0.24 | 125~8000                   | 75~8500   | 3.2     | 42               | 45               | 60       | 收 录            |
| 自 贡<br>无 线 电 三 厂   | 旭 川<br>HLS-31  | 1.67     | 1.33    | 0.26      | 0.26 | 63~8000                    | 90~8000   | 2       | 40               | 47               | 56       | 收 录            |
| 常 州<br>录 音 机 厂     | 云 雀<br>HL1-1   | 0.7      | 0.5     |           | 0.14 | 125~8,000                  | 125~7,200 | 7.5     | 44               | 51               | 60       | 录 放            |



# 电子世界

1981年第7期(总22期)

## 目 录

现代电子技术

空间的死光

——浅谈空间激光作战站

.....杨钟廉(2)

残废者, 电子科技工作者

挂念着您! .....任真(4)

电子新闻.....(6)

中国科学院高能物理研究所科研人员探测到了人体的一种辐射 LX-20 型彩色录像机 新型函数发生器制成投产 加工精细的自动仿形铣床 设在森林和沙漠中的太阳能急救电话 新颖轻巧的立体声调频无线电头戴耳机 最大的微波速调管 最小的毫米波磁控管 速度最高的汉字打印机 英国设置显象管修复厂 英国开设电子银行 积木式机载搜索跟踪雷达 非线性陶瓷介质器件 车载式图象传送装置 铜电极 电子电话簿

用晶体管产生电子管的音响效果

——输出负载特性可变的功率放大器

.....树森(8)

冰箱的选购与使用.....张友良(10)

前知100年, 后知100载

——简易计算器的小应用 .....赵霖(18)

实验与制作

9瓦集成电路 OCL 扩音机制作

.....中国电子学会科普中心(12)

简易钟控自动录音装置.....辜辛(15)

香港来稿

晶体管配对选择器.....余立(16)

简单的电子门铃.....(17)

使用与维修

电视机稳压电源的检修方法

.....阿蒙 阿忠(20)

电子手表的使用和维修.....王俊(24)

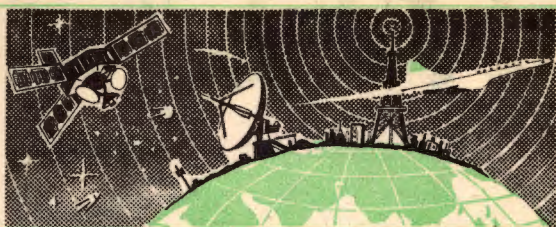
盒式磁带录音机原理与电路(1)

录音机与收音机电视机有何不同.....刘宪坤(28)

学习与思考(有奖测验辅导材料1)

电子电路中常用的电工基础知识(一)

.....张乃国(30)



## 致 读 者

带着读者们的热情鼓励和殷切希望, 我们的办刊工作跨入了下半年。在下半年开始的这一期《现代电子技术》栏里刊登了《空间的死光》一文, 介绍空间战争武器在美苏军备竞赛中取得的新进展。今年是国际残废人年, 我们特发表了《残废者, 电子科技工作者挂念着您》的专文, 以告慰千千万万的残废者。用电子手段研究人体特异功能有了新的进展, 本期《电子新闻》栏里报道了这方面的情况。为了满足广大电子爱好者业余制作的需要, 在本期的《实验与制作》栏里刊登了《9瓦集成电路 OCL 扩音机》, 并为大家准备了成套的元器件, 分发全国各网点, 供应读者。

本刊拟于下半年举办以普及知识为目的的有奖测验活动, 从本期开始刊登辅导材料。

为满足读者迫切希望了解录音机知识的要求, 从这一期开始连载《盒式磁带录音机原理与电路》讲座。

本刊下半年在继续保持原有特色的同时, 准备进一步加强实用性。为此, 从本期开始适当调整版面, 并增设了《使用与维修》、《爱好者实验室》等栏目。欢迎大家为这些栏目撰写稿件, 介绍电视机、录音机、收音机、扩音机等修理经验; 国产、进口机器常见、罕见故障的分析和排除, 使用维护知识等。3000字以内的长稿或数百字介绍点滴经验的短稿均可。

为丰富刊物内容, 本刊编辑部派人访问了香港无线电技术出版社, 并建立了交换稿件的关系。本期选登了两篇短文, 作为一个开端。——编者

## 爱好者实验室

业余电子爱好者的常备工具.....卉日(26)

## 电子文艺

电子趣谈: 山本大將的死因 真空管真空吗?

生死攸关的电码 .....张德春(19)

电子信箱.....(23)

资料 国内外部分盒式磁带录音机主要性能

指标(1) .....坤祥(封三)

9瓦集成电路 OCL 扩音机套件供应办法 .....(32)

编辑出版 中国电子学会  
《电子世界》编辑部  
(北京一六五信箱)  
北京市期刊登记证第408号  
印刷 北京一二〇一工厂

总发行 北京报刊发行局  
订购零售 全国各邮电局  
国外总发行 中国国际书店  
国外代号 M179 (北京三九九信箱)  
国内代号 2-892 定价0.22元 每月15日出版





# 空间的死光

## ——浅谈空间激光作

### 五角大楼的新计划

今年开春以来，勃列日涅夫紧锣密鼓地向美国发动了一阵阵“和平”攻势，而美国新任总统里根却在推行一条重整军备的政策。五角大楼的专家们再次研究这样一个问题：应否利用现有的技术成就，尽早的空间部署激光武器，以对付苏联的军事威胁。专家们得出结论认为，部署在空间的高能激光作战站对于改变美、苏军事力量的对比将起着重大作用。三月份，美国国防部向国会递交了一份报告，提出了加速发展空间高能激光作战站的新计划，要求在1981财政年度原有军事预算的基础上追加两亿美元，以补充这方面的研制经费。美国国防部期望在八十年代中期能跟苏联同时把这种新武器搞出来。

### 死光之谜

空间激光作战站是怎样一种新武器系统呢？让我们先回味一下《珊瑚岛上的死光》这部彩色影片。在碧波浩渺的大海中，正当一条凶恶的鲨鱼威胁着在海上漂流的年轻科学家的生命时，只见一条鲜明的光束射中鱼身，鲨鱼立即毙命。这条光束就是珊瑚岛上射出的激光。人们称它叫死光，无非是说它的威力强大，足以置目标于死地。死光已经不是什么神秘的幻想，苏联已经制成了可以实用的地面激光武器，用以射向空间，摧毁美国的低轨道卫星。

光波是波长非常短的电磁波。在光波的频谱范围内，激光可以是可见光，也可以是波长比可见光长的红外线，或波长较可见光短的紫外线。激光光波同一般光波相比，有许多特别的地方。一般光源都是向四面八方散射光波，能量不集中；而激光器发出的激光却能指向一个方向，形成由若干条几乎平行的光线组成的光束，能量高度集中。激光的成份也很单纯，激光束内各条光线的波长基本一致。这样一组相互平行、波长单一的光波，经过光学装置就可以聚焦成很小的光

点，光点的直径只有百分之几毫米或千分之几毫米。强大的激光能量集中到这一小点上就产生极高的温度，将目标摧毁。这就是珊瑚岛上的死光击毙鲨鱼的奥秘所在。如果用高能激光束射向空间侦察卫星上的光学传感器件，就使侦察卫星成了“瞎子”，失去侦察能力。

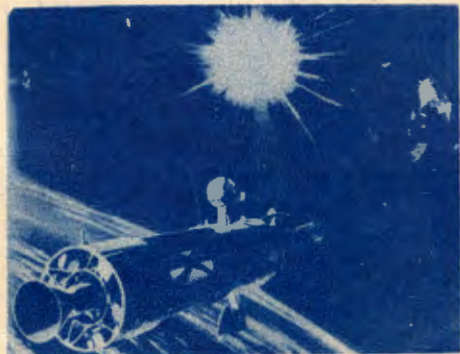
但是，激光作为波长极短的电磁波，穿过大气传播时，雾、雪、雨、云等要吸收掉它的不少能量，影响杀伤效能。而且，激光武器总有一定的作用距离，要从地面发射激光打击空间较高轨道上的航天器，也鞭长莫及。所以苏、美两国目前已把主要注意力转向空间激光武器的研制，激烈争夺对宇宙空间的控制权。

### 结构剖析

空间激光武器由高能激光器件、聚焦和约束光束的光学器件以及指向跟踪系统三大部分组成。

美国正在研制高能的氟化氢(或氟化重氢)化学激光器。它的工作过程是：氟先通过燃烧，成为原子状态的氟，再经超音速喷嘴进入光学空腔与氢(或重氢)混合燃烧，生成受激状态的氟化氢(或氟化重氢)，从而放射出波长为2.7微米的中红外激光，其输出功率可达5兆瓦。关于光学器件，美国近期将采用直径4米的反射镜。指向跟踪系统要求能捕捉目标，并使激光束能盯住目标，以足够的照射时间把目标摧毁。美国航空航天局正在设计的空间望远镜，其指向精度可达25毫微弧度(0.0000014度)。也就是说，对于相距12120公里的目标，只产生0.3米的瞄准误差。不过，这种望远镜要花一定的时间来调整，才能瞄得准。而在空间，庞大的望远镜运动起来，会使装载它的航天器不稳定，并增加推进器的燃料消耗。因而在空间长时间校正望远镜是不合适的。理想的望远镜应对目标有快速反应能力。

要使光学器件动作起来灵活敏捷，就必须缩小它的尺寸。大家知道，当所要求的光束发散角一定时，光学器件所需的直径大小与激光波长成反比。要想把光学器件做得小些，就要使用波长较短的激光。美国和苏联目前都在对波长较短的两种新型激光器进行探索和研制。一种是所谓“激发物激光器”，它用氪之类的稀有气体同氟混合，然后用电子束使气体电离，通过化学作用，离子受激发，形成激光。这是一个把电能转换为光能的过程，转换效率可达10~20%，每升原料可以产生100兆瓦数量级的高能。另一种短波长激光器是自由电子激光器。它是激光技术同粒子束加速器相结合的产物，利用周期性的磁场把极高的电子束能量转换成光子能量，转换效率可达30~40%。





的一个重要优点是辐射的波长可以在一定范围内调整。这两种激光器辐射的激光是波长为  $0.3 \sim 0.5$  微米的可见光或紫外线。把它们用到空间作战站，其作用距离可达 5000 到 8000 公里。

与此同时，化学激光器的研制人员也在探求新的燃料，以便使化学激光器能工作于光谱中的可见光部分，或接近于可见光的较短波长上。一种较有希望的器件是氧化碘化学激光器，它发射的激光波长约 1.3 微米，属于光谱中的近红外区。

目前，美国用于空间作战站的激光器件是长 6 米到 8 米的圆柱体，重约 17000 公斤，同光学器件和指向跟踪系统结合在一起，组成空间平台，可以作为航天飞机（宇宙渡船）的负荷，射入空间轨道。图 1 就是人们描画的由航天飞机送上轨道的功率为 5 兆瓦、光学器件直径为 4 米的激光作战站，其波束指向器能够转动，以对准空间目标，将目标摧毁。图 2 则是另一种式样的空间激光作战站，它装有庞大的反射镜式的波束指向器，以便在给定的波长上获得更长的作用距离；在形如大型天线的波束指向器后面，就是发生化学反应的高能激光产生器。激光作战站摧毁目标的方法是烧坏目标的外皮，毁伤其要害部位，或使其燃料、弹头引爆。

## 威力与功能

空间激光作战站的威力有多大？它可以用多个激光光束同时摧毁多个目标。光束以光速传播，打击目标的速度极快。据美国国防部估算，美国第一代空间激光作战站所使用的功率 5 兆瓦、光学器件直径 4 米的氟化氢化学激光器，可以在 3520 公里远的目标表面投射每平方厘米  $1 \sim 5$  千焦耳的能量；而现有的战略武器系统只需在每平方厘米上投射 1 千焦耳的激光热能，就可以摧毁。在空间轨道上配置 25 个这样的激光作战站，每个站带足 15 分钟作战时间所需的燃料，就可以摧毁对方的 1000 枚洲际弹道导弹。如果对方的导弹采取了加固措施，能够抗住每平方厘米  $10 \sim 20$  千焦耳的激光照射，那末，在空间部署 100 个功率为 25 兆瓦、光学器件直径为 15 米的激光作战站，也就能搞掉对方同时发射的 1000 枚洲际导弹了。美国国防部认为，这样一个由众多空间激光作战站组成的星群完全可以粉碎苏联的第一次打击战略。即使不能做到这一点，也可以使美国受到的损害减至最小。不言而喻，用对付大量洲际弹道导弹的空间激光作战站来对付高空飞机、潜射弹道导弹以及一定高度的卫星，更是不成问题了。



空间激光作战站组成的星群，只要充分发挥激光的效能，也能用于进攻作战。例如，当己方飞机快要进入敌方空域时压制敌方的机载防空雷达及其截击机。再如，可以在几秒钟内摧毁敌方所有低轨道（约 4000 公里高）的卫星，从而取得宇宙空间的优势。激光还能封锁敌方的空中补给，支援地面力量与空中力量，取得地区性的空中优势。

当然，要发射众多的空间激光作战站，在财力上是不易办到的。美国只考虑先部署二至六个空间激光作战站。即使这样，包括新型运载工具和监视系统在内，也得花费 100~200 亿美元的代价。

## 有矛必有盾

一切新式武器都不是万能的，对空间激光武器也可以采取对抗措施。最好的办法当然是用己方的能量定向武器（包括激光武器和粒子束武器）主动摧毁敌方的激光作战站，这是比较困难的。也可以用一种后向反射器，使激光的方向偏折，离开目标。导弹的助推器如采用自旋结构，激光束就不可能固定在一处照射，这也能减小被毁的可能性。

最通行的一种防激光照射的办法是在飞机、导弹的外壳上涂以烧蚀材料。本来，经过高度抛光的铝外壳可以把来自红外激光束的 97% 的能量都反射掉。但抛光的铝暴露在外面经过氧化，就大大增加对激光的吸收。如果涂上油漆，则油漆被激光照射便烧焦，从而使铝碳化，也增加对激光的吸收。现在可以用一种烧蚀材料的薄膜涂覆在铝表面，然后再上油漆。当有激光照射时，油漆着火，而铝受薄膜保护，不致碳化。最后薄膜被烧掉，留下抛光的铝把绝大部分激光能量都反射掉。

侦察、预警卫星上的要害——光学传感器件，可以用新型的光学材料制作，以免激光照射时产生裂纹；或采用电子滤波器，防止传感器件受到损害。

要摧毁这些采取了加固措施的飞机、导弹和卫星，就要用更强大的激光源。因此，甲方的激光武器不能有效地摧毁乙方的目标，乙方的对抗措施能不能压制住甲方的激光武器，这就要由双方的经济和军事实力、科学水平以及其它因素来决定。



# 残废者，电子科技工作者挂念着您！

任真 王树梓插图

**编者按** 在1979年举行的第34届联合国大会上，作出  
一项决议，将1981年定为《国际残废人年》，为响应这一决议，  
本刊特发表下文，以告慰千百万残废者。

在我们周围，有各种各样的残废者：有盲人，有  
耳聋者，有的截去了手或脚，有的四肢瘫痪……但是  
他们有着满腔的热情，要为四化建设作贡献，他们同  
样需要学习和娱乐。在这里，我们可以告慰千百万残  
废者：电子科技工作者挂念着你们，电子科学技术能  
够帮助你们！

## 盲人的助手

利用光电子器件来帮助盲人，要追溯到本世纪初。  
1912年，英国科学家德艾尔伯设计了一种装置，叫做  
“八音节探查器”。德艾尔伯在惠斯顿电桥上装了一只  
硒电池，用八音节的乐音表示光强度的变化。自那时  
起，人们利用这种探查器的原理，研究出多种多样的  
助盲装置。“八音节探查器”开始是被当做简单的环境  
传感器使用，后来人们发现，在硒电池前面装上一个  
孔阑以后，盲人经过适当的练习，就可以靠探查器的  
帮助来“阅读”印刷文字了。据说在1923年，有一个名  
叫詹姆斯的盲人大学生，经过刻苦的练习，使用这种  
装置每分钟能“阅读”好几个单词！由于光电子学的迅  
速发展，现在已出现了许多帮助盲人的仪器。最基本  
的一种装置是简单的光探头。利用光探头，能帮助盲  
人找到光源，做些简单的颜色比较，确定装在玻璃杯  
中半透明液体的液面高度等。有的甚至能帮助盲人工  
程师“观察”示波器上显示的波形，这的确是很吸引人  
的。近年来，利用“八音节探查器”的原理制作的盲人  
阅读装置，又取得了新的进展。有一种“立体发音器”，  
可以帮助盲人阅读书报和笔记。“立体发音器”带有一  
个小型的探头，探头内装有10个光电池，还有一个微  
型灯泡作照明光源。不同的光电池对一个字母的各个  
不同部分产生响应，并驱动与之对应的振荡器，使之  
发生声音。盲人通过一定的学习，就能把各种音调与  
它所代表的字母对应起来，也就是把这些不同的音调  
翻译成对应的字母，进而把一串字母拼成单词。有些  
熟练的盲人，使用“立体发音器”每分钟能阅读35个以  
上的单词，比二十年代的詹姆斯又进步多了。

大家知道，盲人辨认纸币也是很困难的。现在国  
外研制出一种供盲人使用的“纸币辨认器”，里面装有  
微型红外辐射源和探测器。用“纸币辨认器”在纸币上  
扫描，就产生一种声音，各种纸币上印的图样不同，

产生的音调各异，根据音调的不同，盲人就能准确而  
迅速地辨认手里的币值了。

有的光电子阅读机借助盲人的触觉，向盲人提供  
字母信息，又叫“触觉阅读器”。1969年，美国斯坦福  
大学研究出一种触觉阅读器，并已在市场上出售。触  
觉阅读器有一个小型探头，它是在一个硅晶片上制作  
了144个光电晶体管，由这些晶体管组成一个阵列。  
这些光电晶体管分别接到相应的压电振动簧片上。使  
用时，把一个手指按在这些簧片上，凭触觉感知簧片  
的振动。探头对准某一个字母，就产生一个与字母形  
状相对应的簧片振动方式。比如，探头对准字母“Q”  
时，盲人手指就会感到有一个小圆圈在上升。前几年，  
斯坦福大学又制造出一种触觉阅读器探头，探头本身  
就带有触觉输出装置。盲人用一只手握着探头，就可  
以在书上扫描并进行阅读，腾出另一只手可以做其它  
事。有一位八年级的盲人学生说，他可以借助盲人阅  
读器看小说呢！

有一种激光手杖，是帮助盲人走路的得力工具。  
在手杖的把手附近，装上三个注入式二极管激光器，  
手杖的中部，装有三个硅光电二极管，作探测器。这  
三对发射器-探测器系统，分别探测与盲人头位对应的  
物体、在手杖正前方的物体，以及地平面上的物体或  
洞穴。手杖的把手里装有能够振动的小针，还装有发  
声装置，盲人就靠触觉和听觉，得知前方是否有障碍  
物。象激光手杖这样简单的光电测距装置，也可以装  
在眼镜腿上，发射器采用发光二极管或注入式激光器，  
探测器采用光电二极管。全部电路都装在眼镜腿上的  
圆筒内。助盲眼镜通过发出声音来告诉盲人：前面有  
物体，当心别碰上墙壁！

前面介绍的几种装置，只能发出一种信号，告诉  
盲人有障碍物存在，但不能确切说明物体的远近。电  
子工程师还感到不满意，又设计出一种新的装置，它  
的探测器前面有一个透镜，透镜后面放置三个独立的  
探测器。目标相对于助盲装置的角度不同，受到驱动  
的光电二极管也不同。某一位置的物体，会使某一个  
光电二极管驱动，发出某一种音调。根据音调不同，盲  
人就能判断出物体的远近。

为了使盲人感知外界环境，人们加紧开展视觉替  
代系统的研究工作。最近，美国哥伦比亚大学研制了一  
种电子眼镜，盲人戴上后，可以看到景物的模糊的黑白  
图象。它用微型摄像机摄取图象后，通过微处理器处  
理，再经微电极将图象信息送入大脑的视觉中枢。微



型摄象机可装入眼球内,微处理器放在眼镜腿上。这确实是一个振奋人心的好消息。当然,要使盲人象正常人一样看到世界上的万物,还得进行大量的工作。

## 聋人的益友

在为严重听力不足的人提供帮助方面,电子学也有它的光荣历史。助听器就是大家所熟知的一种受欢迎的装置。1967年,利用集成电路造出了体积很小、可以戴到耳朵里的助听器。除了这种增强听力的方法以外,电子科技工作者还设法利用聋人的视觉来弥补他们听力的不足。这里介绍电视电文和书写电话两项新技术。

电视电文的原理是:当电视机显象管内的电子束从荧光屏顶部开始“画出”一幅新的图象之前,有1/600秒的间隔时间;电视电文节目就利用这段间隔来发送信号,这信号被贮存在电视机里的微处理器中;当电视观众把电视机的节目选择钮拨到备用频道时,荧光屏上就显示出电视报纸的信息。美国盐湖城 KSL 电视台采用的系统,可以播放 800 个荧光屏面的信息,相当于 50 页报纸的容量。电视电文播放的资料,内容相当广泛,有广告、飞机航班表及详尽的天气预报等。

近一年多来,电视广播系统越来越多地采用电视电文技术,为严重听力不足的人播放电视节目的解说词,也就是人们常说的字幕。据说,在美国严重听力不足的电视观众达 200 万,可见电视电文的播放是很受聋人欢迎的。有很多电视台每周播放 5~10 小时的电视解说词供聋人收看。

书写电话也是近两年内发展起来的,利用它,耳聋和严重听力不足的人能够在远距离内沟通思想、交换意见。书写电话的受话器在接收时,电话内容出现在一条金属纸带上。人们可以先把信息存入存储器中,存储器的容量为 370 个字母,然后再让信息自动传送出来。一卷金属纸带通常能写 2 万个字母。另外,也可以利用电视机,把电话内容显示在荧光屏上,聋人通电话的问题便迎刃而解了。有趣的是,现在生产这种书写电话的单位,是西德明斯特的一家聋人公司,在这家公司工作的工人,多数是聋人。或许,聋人工人和工程师,最清楚自己的困难和需要吧!

助听器并不能解决所有耳聋患者的问题,内耳听神经受到损害的全聋患者,凭借助听器的帮助,也听不到声音。怎么办呢?五十年代末期,医生们开始用电子技术帮助全聋患者复聪。现在,人们正在加紧“电子耳蜗”的研制工作。这种电子耳蜗,就是把微小的电极系统植入聋人的耳蜗里,靠输入电信号刺激神经末梢,使人产生听觉。

## “亲如手足”

在日常生活中,打开电视机、收音机,选择满意的节目;打开窗户通通风;睡前把枕头垫高些……,这些都是人们经常要做的简单动作。但是,那些四肢瘫痪的残废者,那些卧床不起的病人,却连这些最简单的动作都做不了,只好求助于他人。这是多么不方便啊!国外有一家医院,装备了一种小巧的计算机,它能听懂人们的语言。只要瘫痪者发出命令:“打开电视机!”它就能替人完成这个动作,并且按照病人的愿望调到指定的电视台。这种听话的计算机,还能帮助病人升降病床、操纵轮椅。可以说,会听话的计算机就是瘫痪者的“手足”。近年来,由于微电子学的迅速发展,人们已经制造出具有初步听、说能力的计算机,可以预期,将来让计算机帮助病人“干活”,会象使用普通电话机那样简单、那样方便。

从一定意义上说,电子假肢使残废人重新获得了“手”和“足”。电子假肢能够在发出指令电流作用下,完成 7~8 个基本动作。有一个失去右臂的人,装上电子手臂之后,甚至能从桌上拿起鸡蛋。人们还希望电子手不仅能在大脑控制下完成一定的动作,而且能够产生“感觉”,这样,当电子手把它的感觉通过电流送入大脑以后,它就能在大脑指挥下做更复杂的动作了。

亲爱的读者,你可能会遇到因伤残而悲观的朋友,或许你自己就遭遇了这种不幸,不管是谁,请不要灰心和失望。我们在这里告慰您:电子科技工作者挂念着伤残者。当前,电子科学技术已为伤残者提供了许多设备,充分利用残废者所具有的功能,弥补他们的不足。在将来,电子器官完全有可能恢复残废者失去的功能。







## 中国科学院高能物理研究所科研人员探测到了人体的一种辐射

自从 1979 年《四川日报》和《自然杂志》报道人体特异功能的消息以后,科学院高能所的徐鸿章、赵永界、沈经等科研人员对特异视觉过程和气功发功过程有没有辐射产生的问题进行了实验研究。先后发现:密封在各类不透光容器内的 X 光胶片、核乳胶片及其他一些照相底版能够以一定的几率产生异常感光和其它一些异常情况,同样对热释光剂量片也能够产生高于自然本底数十倍以上的剂量反应。在特异视觉人认辨试样的过程中,用一种生物探测器也能够接收到很强的相关信号。这种探测器是利用某些植物的叶子,在其叶脉上插上微电极,然后,再连上放大器和记录仪组成的。最近,又在量子计数系统中,测量到特异视觉过程中明显产生的辐射。这种辐射呈突发式,无固定周期,单次辐射宽度不超过秒级。瞬态强度至少是自然本底的几百到几千倍。该量子计数系统由四机部四川建安仪器厂的核医学电子仪器、北京综合仪器厂的核电子学插件和 512 道脉冲幅度分析器加上西德高能谱仪中的电子部件和美国得克屈朗尼克示波器组成(以上实验的详细报告在《电子科学技术》上发表)。

用以上各种方法和系统对普通人和气功人进行了实验研究,也得到了一些结果。发现普通人练习作气功时也产生辐射。但其信号的时间特性不同于特异视觉过程,其迟豫过程要缓慢得多。

这些实验结果从不同角度相互对比,互为印证,表明人体还存在着一种未知的辐射,这种辐射可能具有丰富的信息,能够产生许多奇妙的作用,是值得物理学、电子学、信息论、控制论及其它学科探索的课题。

这一工作得到各级领导和热心群众的大力支持。许多科学家和有经验的实验物理工作者如赵忠尧、唐孝威、徐建铭、方澄、郑志鹏等均多次参加了实验。

(本刊通讯员)

### LX-20 型彩色录像机

一种新颖的家用电子产品 LX-20 型小型台式彩色录像机,由上海录音器材厂首次试制成功,并投入批量生产。

LX-20 型彩色录像机是一种双磁头

螺旋扫描式高级记录设备。主机是黑白录像机,配上彩色处理箱,采用一英寸磁带,可记录和重放 PAL 制式彩色信号,黑白、彩色两用。

这种彩色录像机除了供家庭使用外,还可广泛应用于电化教学、医疗、文艺、体育、工业、科研、军事等部门。

#### 主要技术性能

1. 磁带宽度: 25.4mm;
2. 走带速度: 17.88cm/s;
3. 视频清晰度: 黑白  $\geq 280$  线  
彩色  $\geq 200$  线;
4. 视频信噪比:  $\geq 40$ dB
5. 伴音: 频响 60Hz~10KHz;  
信噪比  $\geq 40$ dB;  
失真度  $\leq 5\%$ ;
6. 带速误差:  $\leq \pm 2\%$ ;
7. 抖晃率:  $\leq 0.4\%$ ;
8. 重量: 35.5kg;
9. 连续工作时间: 4 小时。

(马云杰)

### 新型函数发生器制成投产

上海无线电仪器厂试制成功的 S101 型函数发生器,最近已投入批量生产。这是一种用途广泛的新型电子测量仪器,全部电路装在一块印制板上,具有体积小、重量轻、结构精巧、性能可靠、价格低廉、使用维修方便等特点。该仪器具有较宽的频带,能产生 1Hz~1MHz 的正弦波、方波、三角波,可广泛应用于工厂、科研单位及学校实验室,作为各种测量信号源。



(马云杰)

### 加工精细的自动仿形铣床

上海申江机械厂研制成具有国际水平的自动仿形铣床,畅销各地,并受到外商欢迎。

该厂生产的 ZF-3D55 型自动仿形铣床,采用电、液、机合理结合,取长补短。与同类铣床相比,具有如下优点:靠模压力仅 200 克,设计的电子系统灵敏度高、稳定可靠,独特的角度解算装置完成恒偏差自动仿形运动。兼具仿形、

雕刻双重特性,加工细致。为适应各种加工需要,铣床主要功能有九种,辅助功能有六种,保护功能有四种。其大部分技术指标以及功耗等方面都可与国际同类产品匹敌,甚至超过。(印保雄)

### 电子电话簿

法国邮电部期望在 1981 年底试验一种实验型电子电话簿。届时,法国诺曼底的大约 25 万用户将会得到一个与其电话机键盘相连的小型显示屏。用户只要用键盘打出地区号码和被呼者姓名,显示屏就会显示出电话号码。

(吴小凡)



### 设在森林和沙漠中的太阳能急救电话

1980 年, AEG-德律风根公司在西德黑森林 B14 林区设置了一个太阳能急救电话。所用太阳能电池面积为 0.5 米<sup>2</sup>,可提供 40 瓦电能,并且可为 24 伏蓄电池充电,因此,它不仅可以在昼夜为急救电话供电,而且在夜晚也能给急救电话照明灯供电。

另外,西门子公司在科威特的贾赫拉到沙特阿拉伯的萨尔密边境的 140 公里沙漠地带,也安装了一个太阳能急救电话。当汽车行驶到该地发生故障时,司机用其可以迅速进行有目的的电话求救。



(彭欣)

### 新颖轻巧的立体声调频无线头戴耳机

日本索尼公司在其畅销的立体声头



戴耳机的基础上,推出一种新颖头戴式立体声调频无线电接收耳机。这种耳机在小型轻量化方面获得很大成功,连同附装的调频接收机只重 190 克,仅为过去无线电头戴耳机重量的一半,一扫以往认为无线电头戴耳机又大又重的印象。该机采用锁相环频率合成器,最多可任意选择(贮存)6 个调频电台,对来自诸如立体声收录装置等设备播送的调频无线电波(音乐源),也能接收。选台时,只要按动开/关键钮,就能自动寻找无线电波,进行自动调谐。它还设有自动开关机构,戴在头上就开机,取下时就关机。

(中 培)

于移动雷达测距仪。



(彭 欣)

### 速度最高的汉字打印机

日本电信电话公司研制成一种世界上打印速度最高的汉字打印机。该打印机采用电子摄影记录技术和激光扫描技术,可打印汉字、假名、英文、数字、图表等,打印页面宽度为 15 英寸,最高打印速度为每分钟 22000 个汉字。

(宋 林)

### 英国设置显象管修复厂

由于显象管生产过程复杂、设备昂贵,因而产品成本很高。长期以来,英国人一直在从事显象管的修复工作。目前英国共有 14 家显象管修理厂,专门修理从全世界各修理部送来的和收购来的坏显象管(漏气、打火、衰老等)。这些修理厂都拥有几乎全套显象管生产设备,修理也是以流水线方式进行的,修复后的显象管都经过测试,保证达到其各项原始质量指标。据称,这些修理厂已经营了 20 多年。

(万东平)

### 英国开设电子银行

为了加速电子银行的发展,英国新成立了莱柯公司。该公司已在一个繁忙的超级市场开办了示范点。顾客不需要付支票或银行存款本,只要在一个手掌大的小仪器上按出其私人银行帐号即可。当顾客拿走商品后,电子银行立即从其存款中自动扣除所购货物的价钱。

(万东平)

### 积木式机载搜索跟踪雷达

美国 RCA 公司正在研究一种军用积木式机载搜索跟踪雷达(MASTR),该系统占空面积小、重量轻、成本低,它将改善各种军用直升飞机和固定机翼飞机的全天候自动目标检测和跟踪能力。由于使用微处理器控制,它能适应

多项任务,并简化维修工作。MASTR 雷达的潜在用途是:面-面超音速导弹制导;直升飞机的超视距目标瞄准;全天候遥控飞行器的控制;火控、防御和对飞机的预警以及战场侦察。

(毛汉荣)

### 非线性陶瓷介质器件

日本一家电容器公司研制成一种具有非线性特性的新型陶瓷介质器件。这种新器件以钛酸钡( $\text{BaTiO}_3$ )介质陶瓷为基础。如果将其与一个电感串联,每当接上电源时,就会产生一个高压脉冲,从而使它能在一瞬间内点亮荧光灯。因此,利用这种器件,可以制造一种荧光灯稳流器,用以能使荧光灯在接通电源后 0.5~0.8 秒内点燃。这种稳流器还能延长荧光灯寿命。另外,由于它是一种无接点器件,不会象普通荧光灯那样产生噪声。

(荣 力)

### 车载式图象传送装置

日本松下通信工业公司研制的车载式图象传送装置,能够在行驶中的巡视车和基地无线电台之间传送文件资料、地图和照片等图象信息。将该装置连接在目前已普及的通用车载无线电台上,利用电台发射的电波,就能以每幅 35~70 秒的速度传送诸如明信片之类的黑白图象。这种新型通信媒介是由车载图象发送机、车载图象接收机和基地无线电台的图象发送机组成的。当需传送图象时,利用专用软线方便地将图象发送机和图象接收机与无线电台相连接,不传送图象时,无线电台仍可照常通话。

(周乃新)

### 铜 电 极

由于银的价格高涨和贵金属资源短缺,把电子元件的电极材料改为贱金属已是当务之急。日本村田制作所创立了一种把铜材用于陶瓷电容器电极的新技术,能把纯铜直接敷于陶瓷元件上,并且能付诸大量生产。据称,这种铜电极的高频特性比镍电极好,粘着强度高,电气特性良好。

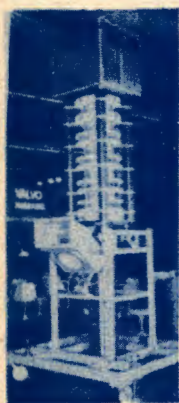
(周乃新)

### 最大的微波速调管

西德凡尔伏公司生产的 YK1300 型速调管,在 500 兆赫下能产生 600 千瓦等幅波输出功率。该管高 4.5 米,重 500 公斤,支架重 800 公斤,其功率和尺寸之大迄今尚无竞争者。

它有 5 个内调谐谐振腔,还有一个冷却收集极和管身用的水冷装置(1米<sup>3</sup>/分)。据称,这种大功率速调管非常适合在同步加速器中作粒子加速用,设在汉堡的西德同步加速研究中心(DESY)和美国康纳尔大学都已采用这种速调管。

(彭 欣)



### 最小的毫米波磁控管

西德 Nucletron 公司年初在慕尼黑推出一种作磁光阀用的 400 瓦脉冲磁控管,重量只有 60 克,频率范围为 9~11 千兆赫±50 兆赫。这种毫米波磁控管是迄今世界上最小的磁控管,它特别适用



# 用晶体管产生电子管

## ——输出负载特性可变的功率放大器

听惯了电子管收音机的人，总觉得晶体管收音机的音质不如电子管的好听。电子管收音机的音色柔和，音域宽广，浑厚有力；而晶体管的则显得单薄，中音发闷，低音没劲，高音刺耳，听交响乐时缺乏层次，有一种破碎的感觉。

许多年来，人们做了很多工作，把电子管放大器与晶体管放大器在同样的输出功率，同样的扬声器和机箱条件下进行对比，仍感到晶体管的声音不如电子管的好听，甚至在客观测量结果比电子管还好的情况下，主观试听的结果也觉得晶体管放大器仍出不来电子管的声音。

那末，电子管放大器与晶体管放大器究竟有什么不同呢？为从根本上找出音质不同的原因，应对两者作必要的分析。

### 放大器的输出负载特性

放大器的特性一般是以纯电阻作负载来测量的。实际上，扬声器并不等效于一个纯电阻，它的音圈是用很细的漆包线绕制而成的，其等效阻抗应该为电感和电阻的串联。

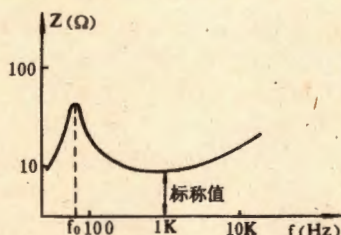


图1 单只扬声器的阻抗特性

当我们用万用表测它的阻抗时，只能量出直流电阻值，而忽略了其电感分量。然而在实际放声频带内(20~15000 Hz)，电感分量是不可忽略的，因此其阻抗特性(图1)是随音频频率而变的，图中 $f_0$ 是低频谐振峰。在 $f_0$ 附近纸盆振动特别大，相当于阻抗值增大。此后，随频率的增高，感抗( $\omega L$ )加大，使扬声器的阻抗增加。我们通常所说的扬声器阻抗为4Ω或8Ω，是指在1000Hz时测得的标称值。

正因为扬声器的阻抗在音频范围内是变化的，那末当晶体管放大器或电子管放大器以扬声器作负载时，其输出功率随负载阻抗又是怎样变化的呢？现在将晶体管、三极电子管和五极电子管放大器的输出负载特性作一比较。

大家知道，晶体管单端推挽功率放大器的输出功率为：

$$P_o \approx \frac{V_{cc}^2}{8R_L} (W)$$

式中 $V_{cc}$ 为电源电压(V)， $R_L$ 为负载阻抗(Ω)。由式

子可见，输出功率 $P_o$ 与负载阻抗 $R_L$ 成反比，即负载阻抗增加时，输出功率要下降(见图2)。

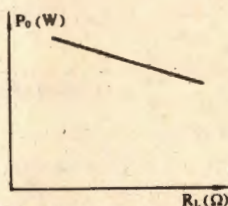


图2 晶体管放大器的输出负载特性

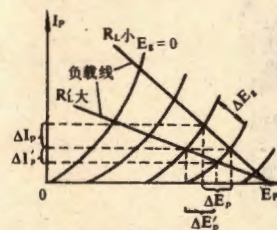


图3 三极管的输出特性曲线

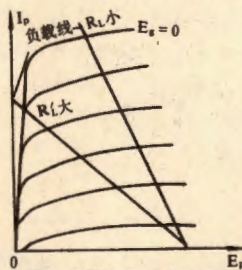


图4 五极管的输出特性曲线

现在我们来，看电子管的情况又是怎样的呢？先画出三极管和五极管的特性曲线，分别如图3和图4所示。由图3可求出三极管的输出负载特性。当负载阻抗增大时，负载线将向左下方倾斜。若由于信号的注入，使栅压的变化为 $\Delta E_s$ 时，则板流的变化 $\Delta I_p$ 将减小，而板压的变化 $\Delta E_p$ 将增大。反之，当负载减小时，对于同样的 $\Delta E_s$ ， $\Delta I_p$ 增加，而 $\Delta E_p$ 减少。因此输出功率 $P_o$ 将随负载阻抗而变化，其输出功率-负载阻抗曲线如图5所示。对于三极管，在某一负载阻抗时输出功率为最大，负载阻抗为其它值时，其输出功率都要有所下降，但变化并不明显。

五极管的情况又怎样呢？与三极管同样的求法。对于相同的 $\Delta E_s$ ，负载变大时， $\Delta I_p$ 几乎不变，而 $\Delta E_p$ 随之增加，致使输出功率增大；当负载减小时， $\Delta I_p$ 也几乎不变，而 $\Delta E_p$ 随之减小，于是输出功率也减小了。五极管放大器的输出功率-负载阻抗曲线如图6所示。输出功率随负载阻抗的增加而增加，随负载阻抗的减小而减少，即与负载成正比。仅

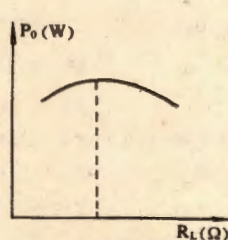


图5 三极管放大器的输出负载特性

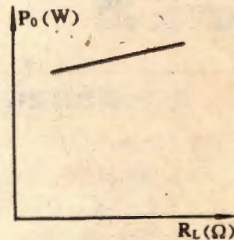


图6 五极管放大器的输出负载特性



# 的音响效果

树森

当大信号进入特性曲线弯曲部分时, 输出将产生严重失真, 且随负载阻抗的增加, 失真将急骤增大。

综上所述, 当扬声器的阻抗如图 1 那样, 随频率而取不同的值时, 用不同负载特性的放大器去推动同一个扬声器, 放出来的声音出现差异也就可以理解了。因此, 即使在同样的条件下, 总感到晶体管在低音和高音部分的声压电平比电子管的要低, 显得单调干瘪, 远不如电子管的丰满悦耳。

## 用晶体管产生电子管的音响效果

如果我们把晶体管放大器设计成象电子管那样的输出特性, 能否出现象电子管那样的声音呢? 其实原理也很简单, 只要在原有放大器的基础上增加几个阻容元件就可以了。如图 7 所示, 在扬声器到地之间串接一个电阻, 由这电阻的上端至前级加一电流负反馈, 就能获得象电子管那样的输出负载特性了。但是, 引入的电阻应比扬声器的阻抗小得多, 以免引起不必要的功率损耗。

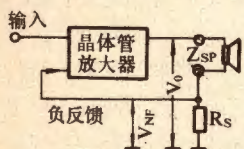


图7 输出负载可变的原理图

若输出电压为  $V_o$ , 反馈电压为  $V_{NF}$  的话, 则

$$V_{NF} = V_o \frac{R_s}{Z_{SP} + R_s}$$

当扬声器的阻抗  $Z_{SP} \gg$  串联电阻  $R_s$  时, 则

$$V_{NF} \approx V_o \frac{R_s}{Z_{SP}}$$

由公式可知, 扬声器的阻抗  $Z_{SP}$  大时, 反馈电压  $V_{NF}$

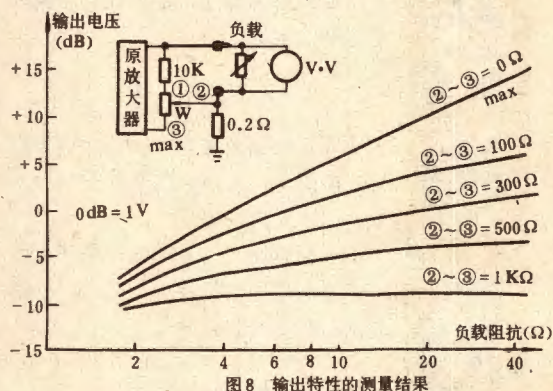
(上接第11页)

制的。用户通过温度控制器的旋钮进行调整(见图3)。一般是先将旋钮盘面的中间数字对准标记, 开车运转后, 如发现箱内温度太高, 则将旋钮盘面转大数字对准标记; 如箱内温度太低, 则将旋钮盘面上较小数字对准标记。经过调节适当后, 当环境温度无太大变化时, 就不必进行调节。

(7) 冰箱化霜。当蒸发器上积霜超过5毫米时, 即应进行化霜。人工化霜是拔下电源插销, 使制冷压缩机停车, 霜层融化后再接通电源。半自动化霜是用



就小, 放大器的增益就增高, 输出电压  $V_o$  也变大。反之, 若  $Z_{SP}$  小时,  $V_{NF}$  变大, 放大器的增益减小,  $V_o$  也减小。



由此可见, 输出电压将随扬声器阻抗的增加而加大。而普通的晶体管放大器, 当负载变大时, 因为输出电压一定, 以致于输出功率减少。但采用了这个电路以后, 由于负反馈量可以调整, 因此输出功率减少的程度就减小了。显然, 只要调整适当, 输出功率也可能随负载阻抗的增加而加大。图8示出了随负载阻抗的变化能自动地改变其输出电压变化量的电路, 通过调节电位器  $W$ , 就可以改变反馈量, 从而达到所需要的输出负载特性。

(放大器电路、制作与调整下期续登)

手按下温控器上的化霜按钮, 化霜完毕, 按钮自动弹回。全自动化霜是用定时化霜时间继电器控制化霜电热器的通断进行化霜的, 一般可根据环境温度的变化, 调节化霜时间。

不得用金属器具刮铲霜层, 以免损坏蒸发器。

(8) 冰箱的箱体内外应保持清洁, 最好每月清洗一次。可用肥皂水擦拭箱体内外表面, 不得用去污粉、酸性溶剂及含苯的有机溶剂清洗, 也不要用水擦洗, 以免损坏漆层, 使塑料件变形。



# 冰箱的选购与使用

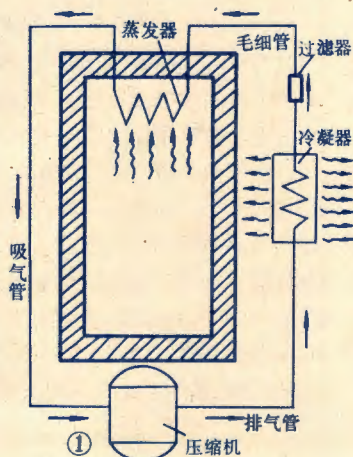
近年来,随着人民生活的改善,购置家用冰箱的人渐渐多起来了。为了使大家了解家用冰箱,使它在家庭生活中更好地发挥作用,本文就家用冰箱的制冷原理、选用及使用维护的基本知识作一简单介绍。

按照制冷方式的不同,冰箱可划分为四类:压缩式,连续吸收扩散式(简称吸收式),电磁振荡式和半导体水箱。目前以压缩式冰箱生产量最大,使用最为普遍,因此这里主要介绍压缩式冰箱。

## 冷从何来

家用冰箱是家庭中使用的一种冷藏冷冻器具,显然它的功能是制冷,那么,冷从何来呢?

下面以图1所示的制冷循环示意图谈谈制冷的工作过程,就可以了解到冰箱制冷是怎么回事了。



在大量的现实生活中,人们都有

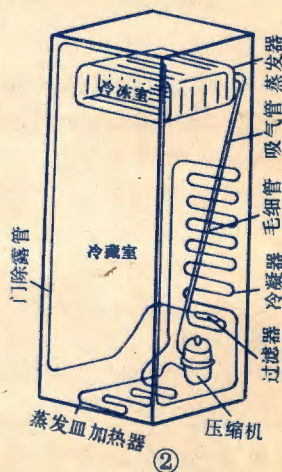
这样的体验:当一个温度高的物体与另一个温度低的物体靠近或接触时,热量总是不断地从高温物体传到低温物体上,直到二者的温度相同,达到热平衡为止。常见用冰块“冰镇”食物就是这种情形。反之,如想把上述过程逆转,例如在环境温度 $32^{\circ}\text{C}$ 时,要将 $20^{\circ}\text{C}$ 的食品放到冰箱中冷却到 $0^{\circ}\text{C}$ ,也就是说要将低温物品的热量传到高温物体,以造成一定的低温环境(即制冷),就必须消耗外部功(或能)。这一过程在压缩式冰箱中是靠压缩机来实现的。

当接通电源后,电动机启动,带动制冷压缩机运转,它从吸气管将在蒸发器吸热而蒸发的制冷剂(氟里昂12)吸入,这种低压低温的制冷剂蒸汽,经压缩后形成高压(11.5公斤/平方厘米)高温(约 $55\sim 58^{\circ}\text{C}$ )制冷剂蒸汽从排气管排出,进入冷凝器。在冷凝器中,高压高温气态制冷剂通过管壁向外界空气散热而降温。由于压缩机连续不断地输送蒸汽,所以制冷剂温度虽下降而压力保持不变,从而使气体制冷剂冷凝变成液体。

从冷凝器来的是高压液态制冷剂,但是流入蒸发器中的应是低压液态制冷剂,这样才能在蒸发器中吸热蒸发。因此在冷凝器之间设有一种节流装置即毛细管。高压液态制冷剂经过毛细管,压力急剧降低,由于蒸发器中压力大大低于冷凝器的压力,所以到达蒸发器的制冷剂随即沸腾蒸发,吸收冷藏或冷冻物品的热量。

接着,制冷压缩机再次吸入低压低温制冷剂蒸汽,完成另一个周期的制冷循环。这样,由于制冷压缩机的运转,制冷剂在系统中依次经过压缩、冷凝、节流、气化等过程,相态及参数发生变化,通过蒸发器(置于箱内)不断吸入箱内物品的热量,再经由冷凝器(一般挂在箱背上)将热量传给周围空气。由此可见,热量就源源不断地从低温物体转移到高温介质中,这就是冰箱何以能制冷的原因所在。

为了使箱内冷气不直接与外界空气进行热交换,以造成一定的低温环境,在压缩式冰箱的内外壳之间应充填聚氨酯之类的隔热材料,箱门四周加装磁条密封。图2为单门直冷压缩式冰箱的管路系统图。图中的蒸发器加热器用于集水的蒸发。门除露管用作门口部位除露。



张友良



## 冰箱的选购

1. 关于冰箱的型式 市售的家用冰箱除压缩式冰箱外尚有少量的吸收式冰箱。吸收式冰箱是利用化学原理制冷,运转时无振动,无噪音,可使用电、煤气、天然气、液化石油气等多种能源,成本低,制作简便。显然,吸收式冰箱适合边远山区,林牧区或使用环境要求十分宁静的场所。这样,既可节省部分初始投资,又便于根据各地的具体条件,因地制宜地利用多种能源制冷,而且能使运行费用大大降低。据统计,如果吸收式冰箱用煤气或液化石油气制冷,则它的运行费用约为压缩式冰箱电费的一半。但是如果都用电能制冷,则吸收式要比压缩式冰箱耗电大一倍。而且,压缩式冰箱的产冷量大,启动降温快。因此无论是从冷藏冷冻物品的数量,或从减少电费支出的角度看,都是以选用压缩式冰箱为宜。目前,我国市场上出售的产品多为“直冷”压缩式冰箱,即采用板管式蒸发器,箱内冷气自然循环的电冰箱。如雪花(北京)、香雪海(苏州)、葵花(上海)、三角(广州)、企鹅(沙市)、芙蓉(株洲)等牌号的冰箱都是这种类型的。

2. 如何确定冰箱的容量 目前,我国家用冰箱的容量多在50至200升之间。究竟选容量大一些好,还是小些好,这要根据家庭人口的多少,经济收入的高低,从实用出发来考虑,既不要只图少花点钱,容量选得太小,影响使用;也不要容量选得太大,存物不多,白白耗费了电力。通常,一个五、六口之家买一台160升或130升的冰箱就可以了。人口更少的,可在50升、75升、130升之间选择,按照家庭的经济收入和生活习惯具体加以考虑。比如,家庭经济条件好,但距副食商场较远,需要一次采购较多食品的,容量应适当大一些。反之,容量可适当小一些。

3. 对冰箱的直观检查 在冰箱的型式和容量确定后,挑选冰箱时,首先可从外观上检查,漆层应无明显划痕、脱落,箱门把手电镀明亮,各机件装配牢固,不应松动。然后拉开箱门,开启力大小应适中,门封磁条应无明显扭曲变形,关门后不得有大的缝隙。ABS塑料内箱及托架等应完好无损,温度控制器旋钮应转动灵活。除此之外,用户最关心的是冰箱的内在质量,即使用性能如何。这些方面在产品出厂前已由生产厂家按有关规定全面进行了调试和鉴定,因此,使用中如发生故障,应及时送修理部门,按保修规定保修。

## 使用与维护

正确地使用和维护冰箱可以延长使用寿命,减小耗电量,而且有利于贮存食品的冷藏保鲜,因此,使

用前应仔细阅读冰箱使用说明书,一般应注意以下几点:

(1) 冰箱应放在通风良好、干燥、不会受到阳光直晒、远离热源的地方。背部冷凝器与墙壁的距离,至少应在10公分以上,以保证良好的散热条件。

(2) 冰箱应放在平坦的地面上,不得晃动。搬动时严禁倒置,并应避免受强烈震动。

(3) 冷藏物品的存放:

① 根据需要,对号入座。由于箱内存在着温度梯度,各点的温度是不同的。蒸发器部位的温度最低,远离蒸发器的地方温度较高。不同的食品需要不同的冷藏温度(如下表)。因此,存放冷藏食品时,一定要按照它们所需的冷藏温度,对号入座,存放在箱内不同的部位上。

② 存放在搁架上的食品不应将搁架填满,应留有适当间隙,以利于箱内冷气的循环。

③ 热的物品应先在箱外自然冷却至室温后,再放入箱内。

食品最适宜的冷藏温度表

| 食品名称 | 冷藏温度℃ | 食品名称 | 冷藏温度℃ |
|------|-------|------|-------|
| 牛奶   | 2~5   | 鸡蛋   | 2~7   |
| 黄油   | 4~7   | 火腿   | 2~6   |
| 鲜肉   | -2~0  | 啤酒   | 6~8   |
| 鲜鱼   | 1~2   | 生啤酒  | 2~4   |
| 牛肉   | 2~5   | 蔬菜   | 1~8   |
| 鸡肉   | -2~2  | 苹果   | 2~6   |

④ 有气味(鱼肉)、有腐蚀性(酸碱)以及需要保鲜防干(蔬菜、水果)的物品,应使用塑料薄膜或其它包装材料密封后,再放入箱内贮存。

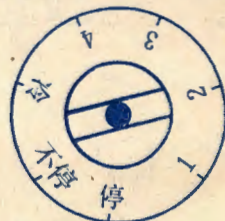
(4) 冷冻贮存及制冰。鱼肉经冷冻后可延长其贮存期。冻结的食品需化冻后,方可烹饪。

将凉开水注入冰盒内,置于冷冻室内制冰。不得将热水注入冰盒制冰。

(5) 不要经常打开箱门,以免热空气漏入,增加冰箱的负荷量。

(6) 正确使用温度控制器。温度控制器用来控制制冷压缩机的开车、停车时间,从而使箱内温度达到要求(一般冷冻室为 $-4^{\circ}\text{C}\sim-20^{\circ}\text{C}$ ,冷藏室为 $0^{\circ}\text{C}\sim8^{\circ}\text{C}$ 之间)。它是通过紧压在蒸发器表面的感温控制元件来感知温度变化而控

(下转第9页)

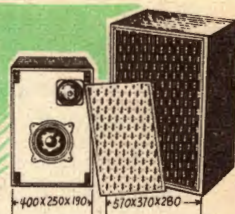


③ ▲ 标记



## 9瓦集成电路OCL扩音机制作

中国电子学会科普中心



本文介绍的集成电路 OCL 扩音机，是广大专业音响技术人员和业余爱好者结合我国器件情况，特别是业余品器件情况总结出来的一种优良电路。该机具有安装调试简单、频率响应好、音调控制范围宽、开关机时无冲击声、可靠性高等特点，尤其突出的一点是功放管不需要选配，因而特别适合爱好者制作。为了便于爱好者装用，我们筹备了一定数量的套件供应读者（具体供应办法请见本期 32 页）。

本文从制作角度出发，介绍 9W 集成电路 OCL 扩音机的性能、原理和安装调试方法，重点放在用集成运算放大器制作 OCL 扩音机时所遇到的一些具体问题，对于在分立元件电路制作中常见的问题不作太多的介绍。

### 主要性能

|          |                |
|----------|----------------|
| 不失真输出功率： | >9W            |
| 负载阻抗：    | 8Ω             |
| 频率特性：    | 不小于 20~20000Hz |
| 失真：      | <1%(1000Hz)    |
| 输入电平：    | <150mV         |
| 工作电压：    | ±24V(或±20V)    |

### 电路原理

图 1 为扩音机的完整电路图。它由前置放大、音

调控制、功率放大、分频器和电源四个部分组成。

**前置放大器** 由  $BG_1$  和  $BG_2$  组成。音频输入信号经音量控制电位器  $W_1$ 、耦合电容器  $C_1$  加至  $BG_1$  基极。 $C_2$ 、 $R_4$  组成基极自举电路，用以提高放大器的输入阻抗。 $BG_2$  为射极跟随器。 $R_2$ 、 $R_3$  为  $BG_1$  偏置电阻， $R_3$  既是  $BG_1$  集电极电阻又是  $BG_2$  基极电阻。 $R_6$ 、 $R_7$  分别为  $BG_1$ 、 $BG_2$  的射极电阻。前置放大器的输出信号经  $C_4$  耦合至音调控制电路。

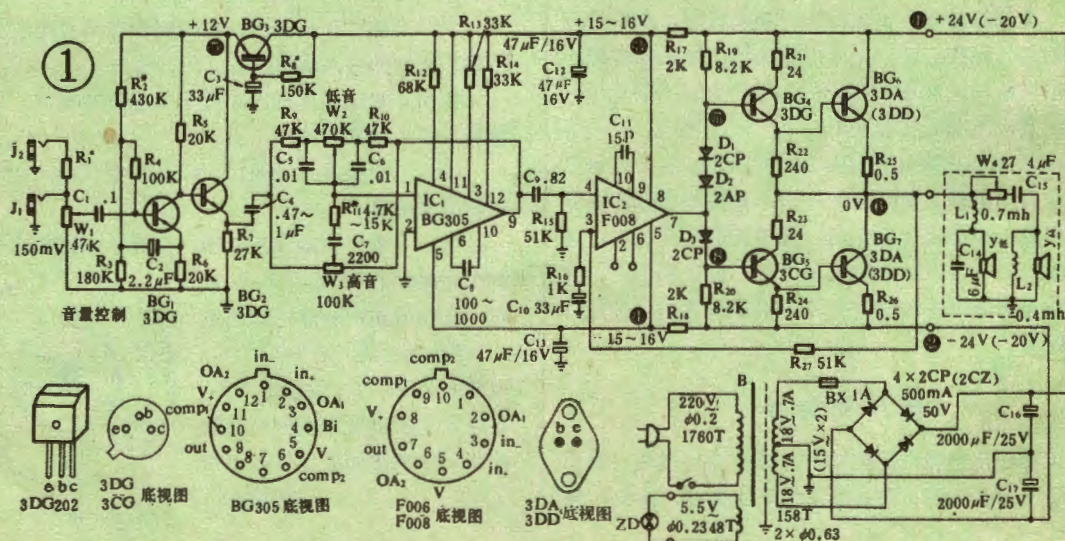
在前置放大器电源电路中，有一个由  $BG_3$ 、 $R_8$  和  $C_3$  组成的电子滤波器，它的滤波效果相当于  $C_3$  容量与  $BG_3\beta$  值的乘积。

**音调控制器** 由集成运算放大器  $IC_1$  ( $BG305$ ) 和音调控制网络 ( $R_9$ 、 $R_{10}$ 、 $R_{11}$ 、 $C_6$ 、 $C_8$ 、 $C_7$ 、 $W_2$  和  $W_3$ ) 组成。音调控制网络是  $IC_1$  的反馈网络。由于  $BG305$  运算放大器的增益很高，且接成倒相放大器（参见第 6 期《浅谈集成运算放大器》一文），加上反馈网络后实质上变成有源可调低通、高通滤波器。 $R_9$ 、 $R_{10}$ 、 $W_2$ 、 $C_8$  和  $C_6$  构成低通网络， $W_3$ 、 $R_{11}$ 、 $C_7$  和  $R_{10}$  构成高通网络，它们的频率特性仅取决于网络特性。若取  $R_9=R_{10}$ ， $C_6=C_8$ ，按图 1 所标元件数据，可求出：

低通主极点频率  $f_L=1/2\pi W_2 C_6 \approx 34\text{Hz}$ ；

高通主极点频率  $f_H=1/2\pi R_{11} C_7 \approx 15\text{KHz}$ ；

低音最大提升量  $K_{fL}=(W_2+R_{10})/R_9 \approx 10$  (即 20dB)；



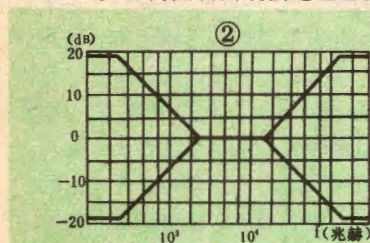


# 实验与制作

低音最大衰减量  $K_{IL} = R_{10}/(R_9 + W_2) \approx 1/10$  (即 -20dB),

高音最大提升量  $K_{IH} = R_{1a}/(R_{11} + R_9)/R_{11} \cdot R_9 \approx 10$  (即20dB),

高音最大衰减量  $K_{IH} = R_{11}/(R_{11} + R_{10}) \approx 1/10$  (即 -20dB)。音调控制曲线接近理想曲线,如图2所示。



OCL  
功率放大器  
由集成运  
算放大器  
IC<sub>2</sub> (F008)  
以及 BG<sub>4</sub>、  
BG<sub>5</sub>、BG<sub>6</sub>、

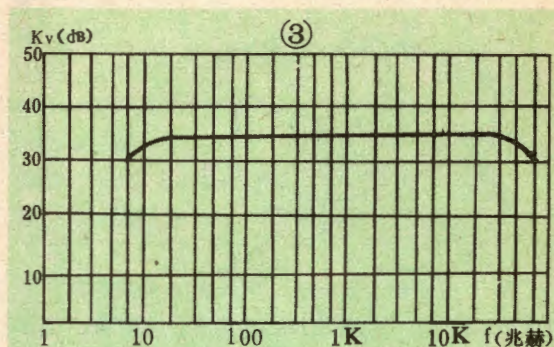
BG<sub>7</sub> 组成。高增益运算放大器 F008 与输出管通过直流耦合, 构成一个具有功率输出的运算放大器, 其开环增益很大。加上由 R<sub>27</sub>、R<sub>18</sub>、C<sub>10</sub> 组成的深负反馈电路后, 本级交流增益为 R<sub>27</sub>/R<sub>18</sub> = 51。对直流而言, 由于 C<sub>10</sub> 的隔直作用, 直流增益小于 1, 因此直流工作点非常稳定。在静态时, F008 同相端 (4 脚) 通过 R<sub>18</sub> 接地, 输出端仅有几十毫伏直流电压 (输入失调电压), 因此毋需调零。另外, 由于各级间采用直流耦合, 故直流增益很低, 在接通、断开电源瞬间不会产生对扬声器的冲击电流。

特别要指出的是, 由于所用集成运算放大器 F008 的负载能力和驱动能力都很强, 整个功放电路具有自动平衡作用, 因此, BG<sub>4</sub>、BG<sub>5</sub>、BG<sub>6</sub> 和 BG<sub>7</sub> 的  $\beta$  值不需要配对。下表列出 7 组不同  $\beta$  值组合的晶体管功放特性实测结果。从表中可以看出, 虽然各组  $\beta$  值相差很大, 组合方式也各不相同 (如第一组 BG<sub>6</sub>、BG<sub>7</sub> 的  $\beta$  值仅为 14 和 16, 第六组不仅 BG<sub>5</sub>、BG<sub>7</sub> 的  $\beta$  值都很小, 而且 BG<sub>4</sub>、BG<sub>6</sub> 的  $\beta$  值乘积与 BG<sub>5</sub>、BG<sub>7</sub> 的  $\beta$  值乘积之比为 77:1), 然而不仅它们的失真都极小, 而且不失真功率都相同。

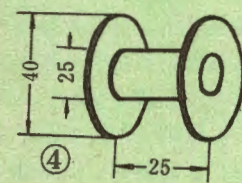
| 组别 | 电流放大系数 ( $\beta$ ) |                 |                 |                 | 频率失真 (%) |      |       |         | 输出功率 (W) |
|----|--------------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------|------|-------|---------|----------|
|    | BG <sub>4</sub>    | BG <sub>5</sub> | BG <sub>6</sub> | BG <sub>7</sub> | 20Hz     | 40Hz | 400Hz | 15 KHz* |          |
| 1  | 50                 | 50              | 14              | 16              | 0.3      | —    | —     | 0.5     | 9.03     |
| 2  | 40                 | 40              | 50              | 50              | —        | 0.07 | 0.1   | 0.8     | 9.03     |
| 3  | 60                 | 31              | 30              | 75              | —        | 0.05 | 0.06  | 0.6     | 9.03     |
| 4  | 110                | 40              | 43              | 15              | —        | 0.05 | 0.05  | 0.6     | 9.03     |
| 5  | 130                | 38              | 200             | 193             | 0.16     | —    | —     | 0.5     | 9.03     |
| 6  | 150                | 30              | 200             | 13              | —        | 0.05 | 0.06  | 0.7     | 9.03     |
| 7  | 150                | 30              | 13              | 200             | 0.2      | —    | —     | 0.5     | 9.03     |

\* 在 15KHz 时, 信号源失真 0.05%。

图 3 为在 F008 的 9、10 两脚上加 15pF 频率补偿电容器后整个功放级的频率响应曲线, 从中可以看到, 频率响应从 8Hz 一直到 70KHz。



分频器 关于分频器的原理和制作方法, 本刊 1980 年 6、7 期《音箱问题种种》一文中有过论述, 这里不再详述。简单说来, 高保真放大器可以对整个音频频带的信号进行失真极小的放大, 但要完成带宽这么宽的音频信号的放声任务, 一只扬声器是难以胜任的, 需要采用不同频响的多只扬声器组合。为了使高低音扬声器各自得到其对应频率的



音频电流, 就要借助分频器将放大器输出的全音域音频电流按高低频段分隔开来 (即功率分频), 分送到高低音扬声器去。这里要求分频点适应扬声器的性能, 且高低音分隔清楚, 互不干扰。所谓分频器, 实质上是一个利用 L、C 元件对不同频率的电流产生不同感抗和容抗, 从而使某频段截止或者通过的分频网络。分频器的参数应由所用扬声器及音箱的性能来决定。图 1 给出了分频点为 3000Hz、衰减率为 12dB/倍频程, 配用 6.5 英寸 5W8 $\Omega$  橡皮边低音扬声器和 3.5 英寸 5W8 $\Omega$  高音扬声器的分频器参考数值。音箱的外形尺寸见本文题头图, 详细尺寸见套件说明书。电感 L<sub>1</sub>、L<sub>2</sub> 用有机玻璃片和木芯轴作骨架 (图 4), 用  $\phi$ 1.0 漆包线绕制, L<sub>1</sub> 180 圈, L<sub>2</sub> 130 圈。电容器应用无极性金属化型。

电源 由电源变压器 B、二极管桥式整流电路和滤波电路组成。整个扩音机消耗功率约 20~25 瓦, 选用 GE1B-22 硅钢片, 叠厚 28mm。次级电压为  $\pm$ 24V (或  $\pm$ 20V), 滤波电阻 R<sub>17</sub> 和 R<sub>18</sub> 均为 2K $\Omega$  (或 820 $\Omega$ )。

## 安装和试听

整个扩音机可分成放大器和电源两个独立单元。放大器部分装在一块 160 $\times$ 85mm 的印制电路板 (图 5, 1:1) 上。印制板配用 22 线插座, 不用插座时, 可直接



在印制板的引线端上焊接引线。

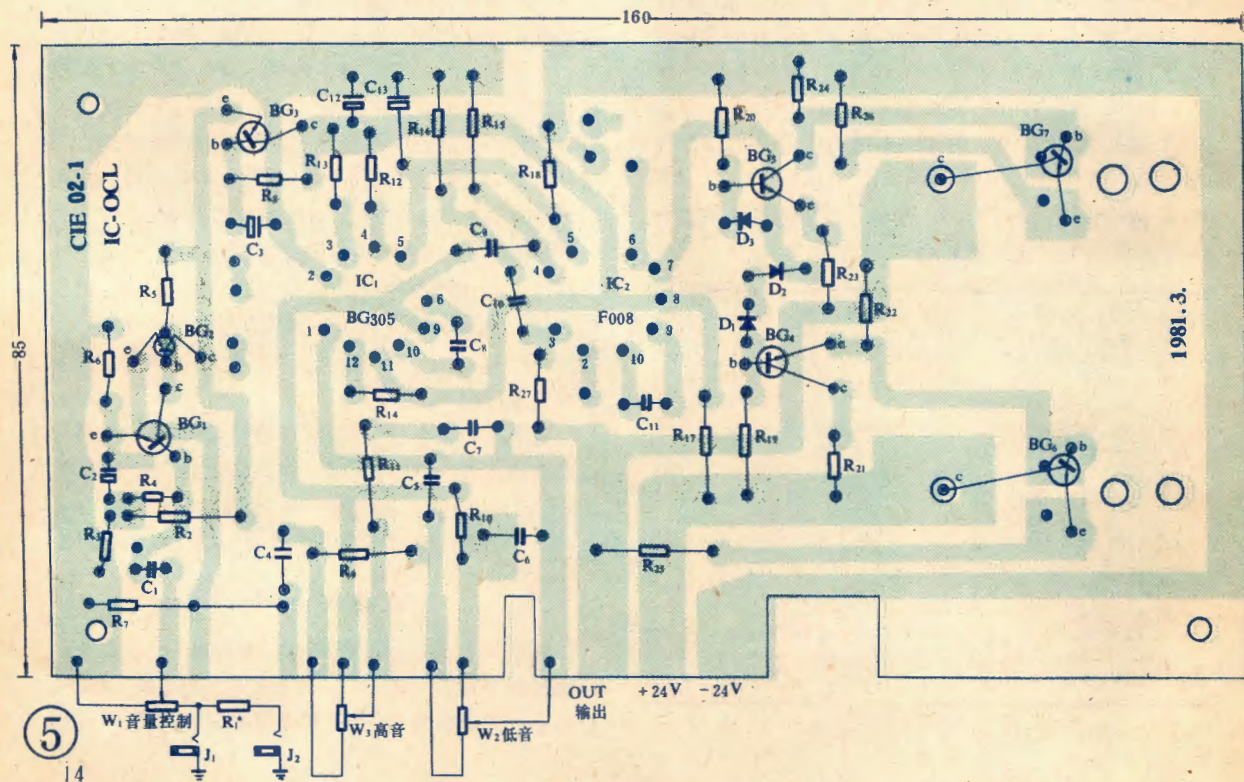
**元件选择**  $BG_1$  的  $\beta$  值应选大些, 这样有利于

降低整机噪声。 $BG_4$  和  $BG_5$ 、 $BG_6$  和  $BG_7$  的  $\beta$  值可取 25~250, 不需配对, 一般选  $BG_4$ 、

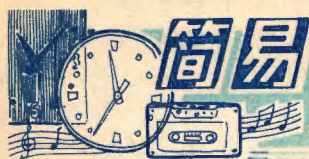
$BG_5$  的  $\beta$  值乘积大于  $BG_6$ 、 $BG_7$  的  $\beta$  值乘积时, 失真最小;  $BV_{CEO} >$  电源电压, 并要有一定余量。 $C_4$ 、 $C_{10}$  一定要选用漏电小的电容器。 $D_1$ 、 $D_3$  可用 2CP 型二极管, 也可用硅三极管的 bc 结代用, 同样,  $D_2$  2AP 型二极管也可用一般锗小功率三极管的 bc 结代用。电阻  $R_{25}$ 、 $R_{26}$  用长 22 厘米的  $\phi 0.1$  漆包线在阻值大于 100K 的 1/4W 碳膜电阻上排绕, 两头焊在电阻的引线上。由于漆包线的载流量小, 当功放管 ce 结击穿时, 漆包线很快就会熔断, 从而保护其它电路。功放管散热片用铝合金制作, 其外形如图 6 所示。

**安装调试** 只要元器件完好, 按图 1 电路和图 4 印制板焊接安装后即可达到指标, 不需调整。焊接前应按常规逐一检查元器件, 焊接应保证正确、可靠, 特别要注意器件的引线排列。集成电路 BG305、F008 的引线排列方法见图 1 左下方。放大器印制板焊接完

毕并经检查确定无误后, 即可准备试听。接上另外组装好的  $\pm 24V$  (或  $\pm 20V$ ) 电源, 输出端先不接扬声器, 最好用一个 10W 5.6 $\Omega$  电阻代之 (假负载), 按图 1 电路图校验好①、③和③、④各点电压后, 再测⑥点电压, 应  $< \pm 0.05V$ , 然后接入扬声器试听。在不加输入信号时, 扬声器很静或有轻微的可闻声。再加输入信号进行试听。如伴有“啞啞”声, 则是集成运算放大器产生高频自激, 多为相位补偿电容器  $C_8$  选配不当所致。 $C_8$  一般为几十微微法至 1000 微微法, 容量太大将使高频成分衰减。若⑥点电压达数伏, 则为不正常, 需排除故障后再接扬声器。首先断开  $IC_2$  的 7 脚, 再测⑥点电压, 若仍为数伏, 说明  $BG_4 \sim BG_7$  中必有损坏者, 如降至  $< \pm 1V$ , 说明  $BG_4 \sim BG_7$  及有关电路正常, 问题发生在  $IC_2$  及其周围电路。先检查周围元件有无损坏, 如无, 则基本上可判断  $IC_2$  损坏。放送音乐时感到失真大或音量轻以及出现  $BG_4 \sim BG_7$  过热等现象时, 应校验⑦、⑧两点间电压, 小于 1.8V 时, 音量小, 有失真; 大于 1.8V 时,  $BG_4 \sim BG_7$  静态电流大。若⑦、⑧点间电压不符合要求, 检查  $D_1$ 、 $D_2$ 、 $D_3$  二极管有无损坏。如输入信号加不进, 可用手持金属物 (如螺丝刀) 依次碰触图 1 中⑥点、 $C_8$  左、 $C_4$  下和  $C_1$  左, 扬声器应发出逐级增大的“嗡嗡”声。哪一级加不进输入信号, 故障即在哪一级。其它检查方法均与分立元器件电路相同, 这里不再赘述。







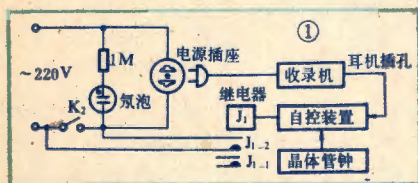
## 简易钟控自动录音装置

辜 辛



利用晶体管钟做一个简易钟控自动录音装置，用于收录机的自动录音。本装置可以在12小时内的任意时间，录下电台节目，录音完毕时，将会自动关闭电源。定时的精度依晶体管钟而定，约在 $\pm 1$ 分钟左右。

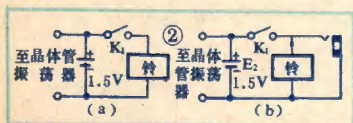
**工作原理** 这个装置适用于录音时音量电位器不起作用即有自动电平控制(ALC)的一类盒式收录机，例如松下 RQ-517D 型。整个系统的工作原理图如图1所示。自控装置作为一个自动开关，控制收录机电源，在平时呈开路状态。晶体管钟用于其定时自动开启。在录音时，音量电位器不起作用，耳机(EAR)输出电压仅为 $\sim 0.1V$ 左右，自控装置仍然闭合。我们将音量电位器旋钮放在 $3/4$ 处，录音完毕时，录音键弹起，EAR 输出可达 $\sim 2.4V$ ，利用这输出的高电平即可关断自动录音装置。



可关断自动录音装置。

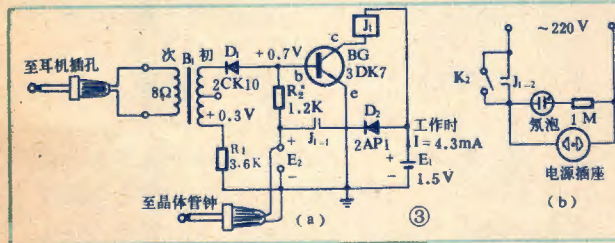
图2 (a) 为晶体管钟闹铃部分电路。

路图，其中  $K_1$  是钟内定时开关(机械开关)，当闹铃响后2~3分钟将会自行断开。我们将(a)改为(b)电路，



加装一个小型插座，输出一电压  $E_2$  去控制自控装置定时开启。

图3(a)是自控装置电路图。 $B_1$  次级接入收录机 EAR 插孔， $E_2$  接入晶体管钟定时部分，这时整个系统处于准备状态。当钟未到所定时间时，BG 的 b 极无偏压而截止；当晶体管钟定时开关  $K_1$  闭合时， $E_2$  经  $R_2$  给 BG 约  $+0.7V$  的偏压，BG 导通而饱和。继电器  $J_1$  的常开触点  $J_{1-1}$  闭合自锁，另一对触点  $J_{1-2}$  [图3(b)中]也闭合，氖泡亮，录音开始。



EAR 输出的音频电压经  $B_1$  升压后，由  $D_1$  作半波整流。当  $B_1$  初级上端正下端负时， $D_1$  截止；当其上级负下端正时，由于录音时音频电压很小，低于  $D_1$  正向导通电压， $D_1$  仍处于截止状态。录音完毕时，录音键弹起，EAR 输出增大，在  $D_1$  的正极端产生  $\sim 0.45V$  电压，使 BG 的 b 极偏压下降至截止点。这时 BG 断开，于是  $J_1$  释放， $J_{1-1}$ 、 $J_{1-2}$  断开，氖泡熄灭。切断收录机电源，电路恢复到使用前的状态。

$D_1$ 、 $B_1$  初级直流电阻与  $R_1$  组成 BG 的下偏流电阻，以保证 BG 能稳定地工作。如果不用  $R_1$ ， $B_1$  初级下端直接接地，由于  $D_1$  处于正向偏置，BG 的 b 极电压很低而无法导通。但  $R_1$  不宜选得过大，一般在  $3\sim 6K\Omega$ ，否则录音完毕时， $D_1$  整流后输出负压太小不足以使 BG 截止。

$D_2$  用来保证电路正常工作。如不用  $D_2$ ，当  $E_2 > E_1$  时， $E_2$  给  $R_2$  供电，同时给  $E_1$  充电。在启动2~3分钟后， $E_2$  断， $E_1$  的电流  $I$  在由负 $\rightarrow 0 \rightarrow$ 正的过程中，b 极将失去偏压而释放。接上  $D_2$  后，若  $E_2 > E_1$ ，由于  $D_2$  反向偏置不导通， $E_1$  只供给 BG 集电极电流。当  $E_2$  断开时， $E_1$  由  $D_2$ 、 $J_{1-1}$ 、 $R_2$  供电给 b 极偏压，保证 BG 继续导通。

图3(b)中  $K_2$  作为手动开关，作为一般非定时录音使用。

### 元件选择

(1)  $B_1$  采用一般半导体收音机用的输出变压器，中间抽头空着不用。

(2)  $D_1$  采用任何型号的 2CK 或 2CP 型硅二极管， $D_2$  采用任何型号的检波用的 2AP 型锗二极管。

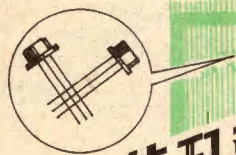
(3) BG 选用 NPN 型硅三极管(如 3DK7)， $\beta$  约为 50 左右，穿透电流越小越好，其 c-e 极间电阻应在  $10M\Omega$  以上，电阻越大，不使用时电池消耗越小。

(4) 选用(或自制)  $J_1$  时，应采用有两组常开触点的继电器，线圈直流电阻为  $200\sim 400\Omega$ ，吸合电流应小于  $10mA$ 。

(5) 采用半导体收音机用的  $\phi 3.5mm$  小型插座二个，插座一个。

**调整与使用** 调整分两步进行：①拔下 EAR 插头，接入  $E_2$ ，调节晶体管钟使  $K_1$  闭合，BG 的 b 极应有  $+0.7V$  偏压，同时 BG 导通，氖泡亮。拔下  $E_2$  后，BG 应仍然导通。②将 be 端短路，使电路回到初始状态，闭合手动开关  $K_2$ ，录音时 b 极偏 (下转第18页)





## 晶体管配对选择器

余立

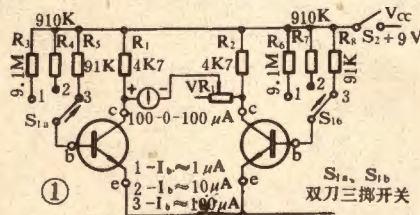
在做实验或实际装机时，有时需要两只在同样的工作电压和集电极电流的条件下， $\beta$  值极为接近的配对晶体管，特别是在高保真(Hi-Fi)扩音机和收音机中经常碰到。

要得到特性完全相似的一对晶体管，必须要有一台较精密的晶体管测试仪，或特性曲线图示仪，这对绝大多数的业余爱好者来说是不易办到的。而事实上，很多具有一定规模的电讯器材商店也未必具有这样的设备，供顾客挑选配对的晶体管。

利用本文所介绍的这部配对选择器可以很快地配成一对或一组在小信号情况下性能接近的晶体管。读者掌握了下面的工作原理以后，不难将线路稍加改动，以适合作功率晶体管的配对选择之用。其配对的精度取决于选择器内所用元件的准确性、一致性，以及操作者的技巧。

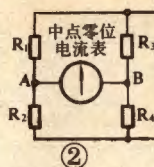
### 基本线路说明

图1为晶体管配对选择器之电原理图。电路很简单， $R_1$ 、 $R_2$ 为待测晶体管的集电极负载电阻， $R_3 \sim R_6$ 为偏置电阻，通过双刀三掷开关来改变晶体管不同的偏流，以选择不同的工作状态。在两晶体管的集电极之间跨接



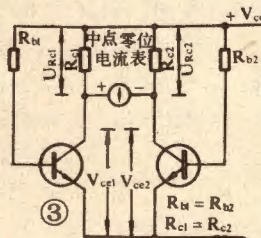
了一只中心指零的电流表和一个可调电位器，用来指示两管  $\beta$  值的偏差。9 伏电源通过开关  $S_2$  来接通或关断。此外，图中还备有两晶体管的插座，供插入被测晶体管之用。当两晶体管为 NPN 型时，电源用 +9V；若用于 PNP 管配对时，只要将电池的极性反接便可。

在研究这个电路的工作原理之前，不妨先来回顾一下惠斯顿电桥的电路原理。如图2所示，该电桥由四只电阻  $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$  及  $R_4$  组成，在  $R_1$  与  $R_2$  的接点 A



及  $R_3$  与  $R_4$  的接点 B 之间，接有一个中心指零的电流表，而电压则加在  $R_1$  与  $R_3$  及  $R_2$  与  $R_4$  的两接点间。若  $R_1 = R_2$  及  $R_3 = R_4$ ，则 A、B 两点间的电位差为零，于是没有电流流过电流表，这时电路达到平衡状态：即  $R_1/R_2 = R_3/R_4$ 。若此时改变其中任一电阻的阻值，则电路就会变得不平衡，A、B 两点的电位就不相等，于是就有电流流过电流表，指针就要出现偏移，摆动的幅度决定于电阻值变化的程度。

图3是图1的简化电路，也是应用惠斯顿电桥的原理来工作的，只不过将图2中的电阻  $R_2$  和  $R_4$  用两只晶体管来取代。令集电极电阻  $R_{c1}$  和  $R_{c2}$  相等，基极电阻  $R_{b1}$  和  $R_{b2}$  也相等，于是流过这两电阻的基极电流  $I_{b1}$ 、 $I_{b2}$  也相等，由于晶体管的直流放大系数  $\beta$  是等于  $I_c/I_b$ 。因此，若两晶体管的  $\beta$  相等，则有同样大小的集电极电流流过  $R_{c1}$  和  $R_{c2}$ ，在两电阻



上将出现同样的电压降，两管的集电极-发射极电压也相等。由此可知，若电流表指针没有摆动，则表明两管的  $\beta$  是相等的，即  $\beta_1 = \beta_2$ ，该两晶体管是完全配对的。若两管的  $\beta$  不相等，比如  $\beta_1 > \beta_2$ ，在同样的基极电流情况下， $I_{c1} > I_{c2}$ ，于是集电极负载电阻上的压降  $U_{RC1} > U_{RC2}$ ，其结果管子集电极-发射极电压  $U_{ce1} < U_{ce2}$ ，若电流表的极性按图中所示的接法，则指针向左偏转。由此可见，根据指针摆动的方向，就可粗略估计出两只管子的  $\beta$  大小，指针偏向哪方，哪方的管子  $\beta$  大；指针摆动的幅度越大，说明两管  $\beta$  值相差也越大。

### 零件数值的选用

既然晶体管的  $\beta$  值取决于集电极电流，而被配对的晶体管又会因具体电路的要求不同，而工作于不同的状态，因此配对选择器应能按实际工作状态来选择测试工作点。在图1中，被测晶体管的集电极电流可通过一双刀三掷开关  $S_1$  及偏置电阻  $R_3 \sim R_6$  的变换来改变，假定用 9V 电池来工作，那末选用 9.1M $\Omega$ 、910K $\Omega$ 、91K $\Omega$  的偏置电阻，会产生大约 1 $\mu$ A、10 $\mu$ A 及 100 $\mu$ A 的基极电流。小信号时晶体管的  $\beta$  值范围一般为 30~300，因此，由此基极电流而产生的相应集电极电流的变化范围则是 30 $\mu$ A~30mA，其变化率达 1000 倍之多。



这样宽的集电极电流变化范围使设计集电极负载电阻  $R_{C1}$ 、 $R_{C2}$  时出现一定的困难。无疑,这两个电阻若选得太小,则当集电极电流较小时,  $V_{ce}$  将接近于电源电压  $V_{CC}$ ; 反之,若这两个电阻用得较大,则在集电极电流较大时,又会因集电极电压  $V_{ce}$  过低而不能工作,或由于  $R_{C1}$ 、 $R_{C2}$  的限流效应使集电极电流达不到所需的数值。

为此,有必要先就中等  $\beta$  的晶体管定出“一般”的  $I_c$  值,作者认为该  $\beta$  取 100; “一般”的  $I_c$  值取 1mA 为宜。当  $V_{CC}$  为 9V 时,  $R_1$ 、 $R_2$  取 4.7K $\Omega$  较好。以  $\beta$  为 100 的晶体管而言,将开关  $S_1$  打到  $10\mu A$  的基极电流档时,集电极电流为  $10\mu A \times 100 = 1mA$ ,因此在  $R_1$ 、 $R_2$  上的电压降为 4.7V,即此时的  $V_{ce}$  为 4.3V,显然,若基极电流打到不同的数值,或晶体管的  $\beta$  值不同时,将会有不同的  $I_c$  和  $V_{ce}$  出现,故  $R_1$  与  $R_2$  的数值可随读者的不同需要而选择。以图 1 所用的零件数值来说,中心指零的电流表可选用 100-0-100 $\mu A$  的一种,  $VR_1$  可选用 100K $\Omega$  直线性电位器。

## 配对选择器的使用方法

为了要挑选出一对配对的晶体管,当然要有一定数量的同类管来供选择。每测试一只晶体管时,应先把  $VR_1$  调至最大阻值(使电流表的灵敏度最低)。再插入一只“标准”的晶体管,依照这“标准”晶体管的大约  $\beta$  值,将  $S_1$  置于适当位置上。 $\beta$  值越高,  $S_1$  就应该置于  $I_b$  越小的位置上。然后插入被选择的晶体管,按下电源开关  $S_2$ ,并旋小  $VR_1$ ,看电流表的指针有没有摆动?如果插入的晶体管与原来的样管不配对,电表的指针就会偏移,这时可将插入的晶体管拔出,断开  $S_2$ ,并将  $VR_1$  旋至最大值,再改插入另一只晶体管。重复同样的手续,直至选出一只配对的为止。如果全部晶体管均不能与之配对,则可选用另一只晶体管做“标准”样管,重新进行配对。

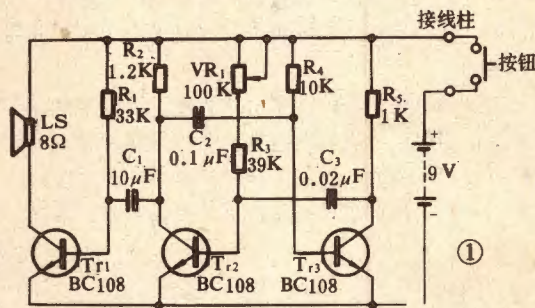
使用该配对器也如使用其它仪器一样,熟能生巧,有时并不需要使电表的指针完全不摆动,来选取完全配对的晶体管。实际上,可容许电表指针有稍微偏移,这样选出的晶体管在电路上也能得到相当好的对称性。

根据使用的经验得知,不同型号的硅晶体管,不管是金属壳的或是塑封管,其特性是完全可以配对的,在电路上的工作效果也令人满意。但在另一些情况下,特别是锗晶体管,尽管两管的  $\beta$  值相同,在电路上也未必能获得良好的对称性,这可能是由其它参数的不对称造成的(例如漏电流等),使接入电路后,失去了一致性。不过,在绝大多数情况下,利用该配对选择器挑选出的晶体管是能令人满意的。

## 简单的电子门铃

电子门铃可代替电铃或蜂鸣器,发出悦耳的音响,告诉客人已经来临。

图 1 是电子门铃的电原理图。它由自激多谐振荡器、放大器、扬声器和电源等部分组成。晶体管  $Tr_2$ 、 $Tr_3$  组成一自激多谐振荡器。 $R_2$ 、 $R_3$  为其集电极电



阻,两管基极分别经  $R_4$ 、 $R_3$  和  $VR_1$  取得正向偏压,两管间通过  $C_2$ 、 $C_3$  交流耦合,当接通电源后,由于  $C_2$ 、 $C_3$  交替地充、放电,使  $Tr_2$ 、 $Tr_3$  轮流导通和截止,所以无须外加触发信号,它自己就能产生一定频率和一定脉冲宽度的矩形波。

## 零件的代换

读者在仿制时,如果欲采用与作者相同的电路元件数值,而手头又没有时,可采取电阻串、并联的方法,来满足精度的要求。如:没有 9.1M $\Omega$  的电阻,可用 6.8M $\Omega$  串 2.2M $\Omega$  来近似代替,如没有 91K $\Omega$  电阻,可用两只 180K $\Omega$  的电阻并起来代替,等等。

$R_1$ 、 $R_2$  以及  $R_3 \sim R_5$  应尽可能地选取精度较高的电阻,如能够采用 1% 或 2% 精度的电阻就更好了。

如果想把线路改动一下,供功率晶体管配对用,那么,应根据功率管在电路上的实际工作点 ( $I_c$ ,  $V_{ce}$ ,  $I_b$  等),依照上面的计算方法,算出  $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_{b1}$ 、 $R_{b2}$  的大小,选取适当的标准阻值代替即可(此时的各电阻都比小信号配对时所选用的阻值小得多),同时,由于功率晶体管耗电量较大,因此电源也应能保证供应所需的电流和电压,中心指零的电流表亦可换用灵敏度较低的 1-0-1mA 的,  $VR_1$  的阻值也要减至 10K $\Omega$  左右。

(香港无线电技术出版社供稿,伟明改写)



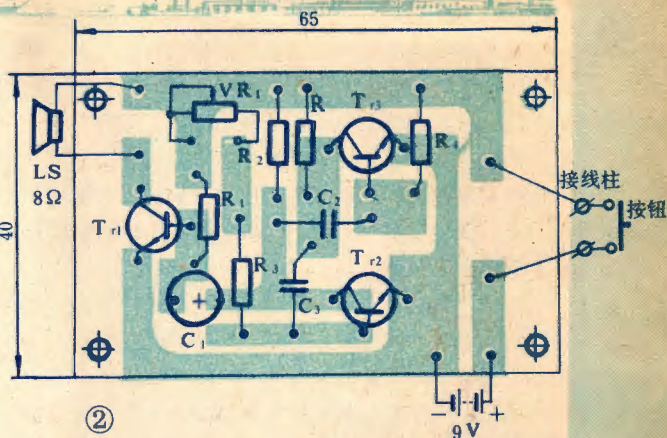
从  $T_{r2}$  集电极输出的信号, 经  $C_1$  耦合到放大器  $T_{r1}$ ,  $R_1$  为晶体管  $T_{r1}$  的偏置电阻, 使晶体管始终工作在脉冲放大状态。扬声器  $LS$  既是晶体管  $T_{r1}$  的集电极负载, 又是发声器件。由于矩形波包含丰富的谐波成分, 所以发出的声音十分悦耳。

微调电位器  $VR_1$  为音调调节器。调节  $VR_1$  (或耦合电容  $C_3$ ) 均能改变电容器的充、放电时间常数, 从而达到改变音频频率的目的。用户如果打算在住房的前、后门均装上这种门铃, 就需调整两个  $VR_1$ , 使各自发出不同频率的声音, 以便区别何处有人叫门。

按钮装在门上, 不按按钮时电路不通, 也不耗电; 按下按钮时, 电路接通工作, 扬声器发出声音。

整个电路可装在一木质或塑料外壳内, 把它安置在室内合适的地方, 以便容易听到它发出的声音。外壳表面, 在固定扬声器的地方, 应开多个小孔, 以利发声畅通。

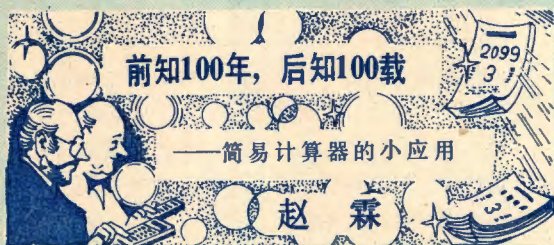
图2是电子门铃的印制电路板图。焊接零件时, 应注意电阻阻值、电容器极性和晶体管管脚等不要搞错, 烙铁温度不宜过高, 防止损坏零件。焊好以后, 按图2核对一次, 确认无误后再装入扬声器、按钮、



电池等。最后一项工作就是调整微调电位器  $VR_1$ , 以获得所需的声响。

晶体管 BC108 为硅 NPN 小功率管, 可用国产管 3DK2、3CK1、3DK3、3DK7 等代换。需要说明的是晶体管  $T_{r2}$ 、 $T_{r3}$  应选用  $\beta \geq 100$  的配对管, 调整时, 如发现不起振, 可适当减小  $R_4$  或  $R_5$  的阻值, 或换用  $\beta$  值高的管子。此外, 晶体管  $T_{r1}$  最好加一散热帽, 以防过热损坏。

(香港无线电技术出版社供稿, 树森改写)



你想知道我们祖国的四十周年纪念日(1989年10月1日)是星期几吗? 使用简易计算器可以迅速求出答案。计算的方法有多种, 这里介绍卡洛法。此法可分六步进行, 顺次求出  $q$ 、 $r$ 、 $a$ 、 $b$ 、 $c$ 、 $w$  七个数字。 $w$  的值 0、1、2、3、4、5、6, 即表示星期日、一、二、三、四、五、六。下面以1989年10月1日为例加以说明。

① 求  $q$ 、 $r$ : 将 1989 年方框中的数除以 12, 所得整数商是  $q$ 、余数是  $r$ 。89 ÷ 12 = 7 余 5, 即  $q=7$ ,  $r=5$ 。

② 求  $s$ : 将  $r$  除以 4, 所得的整数商是  $s$ 。5 ÷ 4 = 1 余 1, 即  $s=1$ 。

③ 求  $a$ :  $a=q+r+s=7+5+1=13$

④ 求  $b$ :  $b$  称为月基数, 由所给月份  $y$  在下表查出。10 月所对应的  $b$  为 1, 即  $b=1$ 。

| 月数 $y$  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|
| 月基数 $b$ | 1 | 4 | 4 | 0 | 2 | 5 | 0 | 3 | 6 | 1  | 4  | 6  |

⑤ 求  $c$ :  $c=a+b+z-1$ , 其中  $z$  为所给日数, 故  $c=13+1+1-1=14$ 。

⑥ 求  $w$ : 将  $c$  除以 7, 所得余数是  $w$ , 因  $14 \div 7 = 2$  余 0, 即  $w=0$ 。

从而得知 1989 年 10 月 1 日是星期天。

以上的卡洛法可以用来计算 20 世纪和 21 世纪 (1900~2099 年) 中任何一天是星期几, 其求余数的总公式为:  $w=[(q+r+s+b+z-1) \div 7]$ 。如果所求年份是闰年, 计算 1、2 月份时, 上面求余数的公式改为:  $w=[(q+r+s+b+z) \div 7]$ 。这样我们就可以前知 100 年, 后知 100 载。

(上接第15页) 压为 0V, 按下停止键, 录音键弹起瞬间,  $b$  极偏压  $\leq 0.45V$ , 这时电路就算调好了。

若需要录音时, 将录音/收音开关扳到“收音”位置, 收音部分调到待录电台处, 同时按下录音键和收音键, 插上 EAR 插头, 音量开到 3/4 处, 接上晶体管钟, 并按需要定好时间。预定时间一到, 就会自动

启动收录机, 录下您所需要的电台节目。

对于录音时音量电位器仍起作用的录音机, 以及各种半导体收音机、晶体管电视机, 则只能用于定时开机, 而不能自动关闭电源。对于电子管电视机, 由于其电流大, 使用时应注意继电器触点允许通过的电流, 否则容易损坏继电器。



## 山本大将的死因

二次大战正在激烈进行的1943年4月的一个清晨,日本海军总司令官山本五十六大将,率领他的参谋部高级军官,分乘两架轰炸机,由六架零式战斗机护航,飞往日军卡伊里机场。一路顺风,飞到了南太平洋布干维尔岛附近,再有十分钟就到达目的地了。

就在这时,十六架美国闪电式P-38战斗机突然出现,向日机发起了攻击,在慌忙应战中山本大将连同轰炸机葬身于原始森林之中,

另一架轰炸机坠入大海。

事出何因呢?原来,美国的谍报人员事前破译了日本的密码,掌握了山本的行动时间和路线,前一天就周密地安排了这次截击计划。在日本的飞机到达布干维尔岛上空时,美国驻瓜达尔卡纳尔岛的第三三九歼击大队的战斗机,已经在那里恭候一分多钟了。

有人会问,美国十六架飞机由瓜达尔卡纳尔岛起飞,向布干维尔岛飞行两个小时,日本为什么毫无觉

张德春

察呢?原因是美机一方面贴近海面飞行,躲过了日军的雷达;另一方面在飞行中禁止使用无线电通信,日方失去无线电侦察目标。

山本大将的死因,形式上是空战败北,实质上是日军在电子战中的失败。



曹雪芹笔下的“太虚幻境”写得仙味甚浓,令人叹为观止,牌坊两边的对联更称得上是“绝妙好辞”。

那上联是:“假作真时真亦假”(把假的当作真的,真的也就成了假的),哲理深刻,入木三分。读罢,不禁使人联想到我们无线电设备中的真空管。

顾名思义,真空者,无空气也。可是,在地球上却很难做到绝对的真空。因此,人们就只好把有空气的“假空”当作“真空”,于是,真空只是相对而言的。我们常见的真空管用的就是这种真空。

大家知道,人类日常呼吸的空气,其压强为760mmHg,在20℃时,每立方厘米约含有 $2.5 \times 10^{19}$

个气体分子(主要是氧气与氮气)。

通常用的电子管,其真空度为 $10^{-6}$ mmHg,每立方厘米约含有330亿(即 $3.3 \times 10^{10}$ )个气体分子;大功率发射管的真空度更高一些,为 $10^{-8}$ mmHg,每立方厘米约含有3.3亿个气体分子。

即使是目前所能达到的最高真空度,也只不过是 $10^{-12}$ mmHg,每立方厘米仍然含有3.3万个气体分子,这都不能算是绝对真空。

尽管不是绝对真空,却并不影响我们实际应用。如今,遍布世界各地的真空管,一个个都在为工业、农业、国防、科研乃至日常生活等各个方面发挥着应有的作用。

1912年4月,当时最豪华的客船泰坦尼克号,首次开航,由英国出发,经大西洋,驶向美国。在风平浪静、星光灿烂的深夜,竟不幸触到了冰山,几小时后就沉没海底。

不幸之中的有幸者,是乘着救生艇的几百名妇女和儿童。他们被前来营救的船只搭救起来了。为什么会有船来救呢?是因为沉船上的电报员发出了一连串的SOS(…—



—)信号,附近海域的船只接收到这个信号之后,都立即急驶前来抢救。

这个信号何来这般号召力呢?

原来它是在1906年柏林召开的第一次国际无线电通信会议上规定的遇难信号。SOS是save our souls的缩写,意思是救救我们的性命吧!

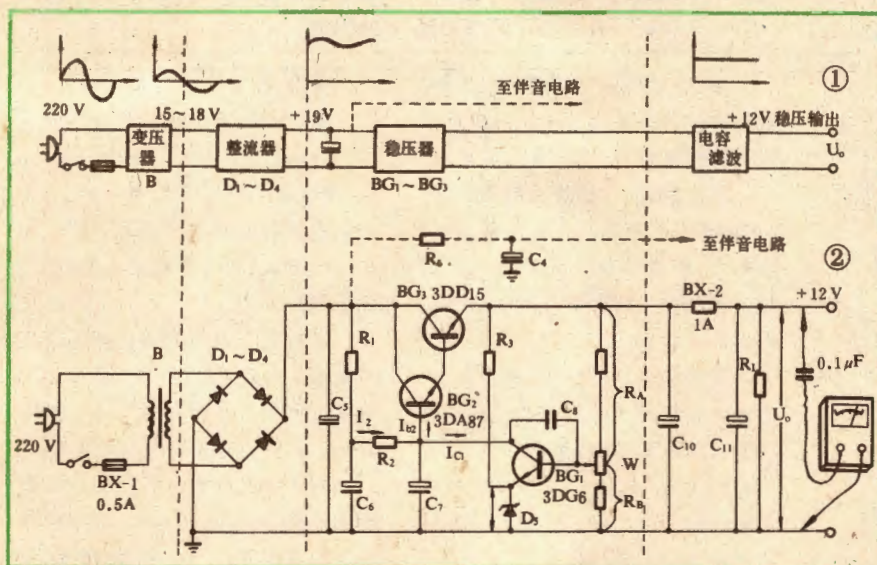


在电视机中,直流稳压电源的工作原理并不复杂,但一旦出了故障,修理起来却不容易。这是因为整机对稳压电源有较高的要求,例如要求稳压特性好、内阻低、纹波系数小、输出电流足够大等等。另外,还由于它的各级之间采用直流耦合,并加有很强的反馈环。因此,如果一级发生异常,各级都受影响,使初学修理者常有无从下手之感。

事物总是有两面性的,正因为它各级的相互关联紧密,所以只要掌握它内在互相关联的规律,我们就能“顺藤摸瓜”,找出其故障所在。

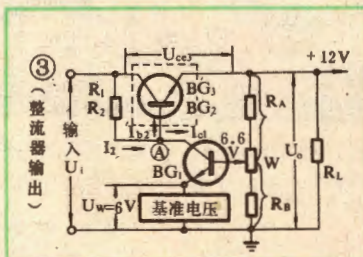
## 稳压电路的基本原理

图1和图2是一般电视机中稳压电路方框图及电路图。电源变压器B将交流市电220V变换成15~18V低交流电压,经二极管整流(桥式或全波整流)、电容滤波,成为约19V的直流电压,然后再经稳压电



路输出。在有些电视机中,为了提高伴音输出,伴音电路的供电不经稳压,直接从稳压前输出(约19V),如图中的虚线所示。

在图2中,  $BG_1$  为比较放大管,  $BG_2$ 、 $BG_3$  组成复合调整管,  $D_5$  为基准稳压管,  $R_A$ 、 $W$  及  $R_B$  为取压分压器,  $R_1$ 、 $R_2$  为比较放大管的集电极负载,  $C_5$ 、 $C_7$  作滤波用,使稳压电路还兼有电子滤波电路的作用。为清楚起见,将稳压部分抽出画于图3,其中把  $BG_2$ 、 $BG_3$  画成一个管子。当整流器



输出19V、稳压输出12V时,调整管c-e间压降应为  $U_{ce3} = 19V - 12V = 7V$ 。如果负载或输入电压发生变化,使19V整流输出电压变化,则  $U_{ce3}$  也随之改变,使稳压输出保持12V不变。其调整过程为:若稳压输出  $U_o \downarrow \rightarrow BG_1$  基极电位  $\downarrow \rightarrow BG_1$  集电极A点电位  $\uparrow \rightarrow BG_2$  基极电流  $\uparrow \rightarrow BG_3$  内阻  $\downarrow \rightarrow U_{ce3} \downarrow \rightarrow U_o$  回升,从而达到自动稳压的目的。

该电路稳压输出  $U_o$  的大小可由下式计算:

$$U_o \approx (U_w + 0.6) \frac{R_A + R_B}{R_B} (V)$$

式中,  $U_w$  为基准电压,它决定于稳压二极管  $D_5$ ;

0.6V为  $BG_1$  发射结压降(若用锗管,则取0.2~0.3V)。例如当  $U_w = 6.1V$ 、 $(R_A + R_B)/R_B = 1.8$  时,则  $U_o = (6.1V + 0.6V) \times 1.8 = 12.06V$ 。

## 怎样着手检修

稳压电源经常出现的故障,主要有下述4种:

- ① 连续烧保险丝;
- ② 输出电压过低,甚至降至零伏;
- ③ 输出电压过高,调不低,甚至高达19V;
- ④ 输出电压交流成份(纹波)太大,使整机产生行扭,伴音有交流声。

首先应当指出,输出电压不正常的原因不一定是稳压电路不正常,如果整流电压不正常或负载电流太大也会引起  $U_o$  不正常。因此在动手检修稳压电路之前,首先必须弄清楚是外部原因还是稳压电路本身的故障。

## 故障原因分析

如果烧掉的是220V侧的交流保险丝BX-1,说明整流器或电源变压器初、次级有短路故障。这时可先测一测整流二极管正反向电阻、 $C_5$ 及变压器本身。如果是直流保险丝BX-2熔断,则为负载过重所造成的。负载过重的原因很多,常见的有:  $C_{11}$  短路,行输出电路电流过大,或某元件击穿。这时最好断开负



# 稳压电源的方法

阿蒙阿忠

载(最方便的方法是取下直流保险丝),在稳压输出端接一个电阻假负载(一般可用 $10\sim 20\Omega$ ,功率在 $15\text{ W}$ 以上的线绕电阻),看看输出是否正常。如此时正常,说明稳压电源无故障,应检查负载电路。

经过上述检查,如证实整流输出正常,且接假负载后稳压输出仍不正常,则证明故障在稳压电路。下面分别列举稳压电路主要故障的原因。

(1) 输出电压过低 主要原因是调整管断路,或其它元件损坏导致 $BG_3$ 截止。具体原因可能有:① $BG_3$ 或 $BG_2$ 开路,输出为 $0\text{ V}$ ;② $C_2$ 击穿,输出为 $1.2\text{ V}$ ;③ $BG_2$ 的b、e击穿,这时输出电压约 $3\sim 4\text{ V}$ ;④稳压管 $D_5$ 击穿,输出电压仅 $1\sim 2\text{ V}$ ;⑤ $BG_1$ 的b、c击穿或 $C_5$ 击穿,输出电压仅 $6\sim 7\text{ V}$ 。

(2) 输出电压过高 可能的原因有:① $BG_3$ 击穿;② $BG_1$ 的b、c开路;③电位器W滑动接点开路;④稳压二极管 $D_5$ 开路;⑤ $BG_2$ 的c、b击穿。

现在的问题是,怎样从这么多的可疑原因中,迅速找出故障的元件呢?如前所述,稳压电路各级间采用直接耦合,如果有一点电位不正常就要影响到各级的电位,因此,可以抓住各点电位的状况来分析故障的元件。这就是所谓的“电位分析法”

## 电位分析法在检查稳压电源中的应用

要把电位分析法用活,首先要熟练掌握稳压电源电压的电位分布规律,以及各管的工作状态。下面就结合图3来分析。

在图3中, $BG_1$ 、 $BG_2$ 、 $BG_3$ 均工作于放大状态,而放大状态的工作偏置特点是,b<sub>e</sub>结正向偏置,其结压降为 $0.6\text{ V}$ 左右(锗管则为 $0.2\sim 0.3\text{ V}$ ),b<sub>c</sub>结处于反向偏置,其上的压降很大,且集电极电位高于基极(锗管则集电极电位低于基极)。在图3中都注明了正常时各关键点的电位。 $BG_1$ 发射极电位由 $D_5$ 决定, $U_{\text{e}}=6\text{ V}$ 左右,其基极由 $R_A$ 及 $R_B$ 分压得 $6.6\text{ V}$ 左右,其集电极(A点)电位约为 $13.2\text{ V}$ (因 $BG_2$ 、 $BG_3$ 两管的发射极正向压降为 $0.6\text{ V}\times 2=1.2\text{ V}$ ,故A点电位为 $12\text{ V}+1.2\text{ V}=13.2\text{ V}$ )。

如果放大管的b<sub>e</sub>结正向压降比 $0.6\text{ V}$ (锗管为 $0.2\sim 0.3\text{ V}$ )大很多,说明该管b<sub>e</sub>结已开路;如果其b<sub>e</sub>结压降为零,则说明b<sub>e</sub>结已击穿。另外,我们还可以人为地改变晶体三极管的基极电位(例如接地)或发射极电位(例如短路发射极电阻),看看集电极电位是

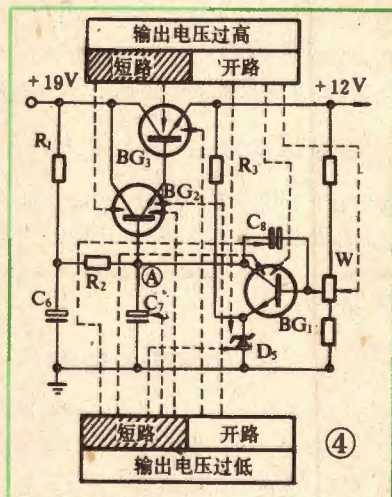
否有相应的变化(这方法只能应用于集电极电路中有电阻存在的场合)。如此时集电极无变化,说明该管有问题;如有变化,则该管没问题。

要得心应手地用好电位分析法,还要很好地掌握被测电路各点电位的相互影响的规律。

现在我们结合图4来分析其中几个主要元件损坏引起的电位异常的情况。

### (1) 为什么 $D_5$ 击穿会使输出电压过低

$D_5$ 一旦击穿短路, $BG_1$ 发射极电位降至地电位, $BG_1$ 的b<sub>e</sub>结电压增大,其集电极电流 $I_{\text{c1}}$ 增大,A点电位下降,复合调整管内阻增大,故 $U_{\text{ce3}}$ 增大,输出电压降低。此时可测出 $BG_1$ 发射极电位约为 $0\text{ V}$ , $BG_1$ 基极电位约为 $0.6\text{ V}$ ,A点电位约为 $2.4\text{ V}$ 。由于 $BG_2$ 、 $BG_3$ 两管的b<sub>e</sub>结压降约为 $0.6\text{ V}\times 2=1.2\text{ V}$ ,故输出电位必定为 $2.4\text{ V}-1.2\text{ V}=1.2\text{ V}$ 。这时可试将 $D_5$ 断开一头,看输出电压是否上升(约等于 $19\text{ V}$ )。注意,这时应将负载电路脱开,或接假负载,否则易烧坏整



机其他电路。如此时输出电压上升,证明 $D_5$ 确已损坏。

### (2) 为什么 $BG_1$ 的b<sub>c</sub>结击穿会使输出电位过低

由于 $BG_1$ 基极电位应比发射极电位高出 $0.6\text{ V}$ 左右(锗管为 $0.2\text{ V}$ ),故基极电位应为 $6\text{ V}+0.6\text{ V}=6.6\text{ V}$ 。当b、c击穿时,c、b极同电位,则A点电位也约等于 $6.6\text{ V}$ 。在复合调整管正常时,A点至输出端( $BG_3$ 发射极)间的压降应为 $0.6\text{ V}\times 2=1.2\text{ V}$ 。因此输出电压应是 $6.6\text{ V}-1.2\text{ V}=5.4\text{ V}$ 。

### (3) 为什么当 $BG_2$ 的b<sub>e</sub>开路时输出电压过低

由于当 $BG_2$ 的b<sub>e</sub>结开路时, $BG_3$ 得不到基极电流,致使 $BG_3$ 处于截止状态,输出电压将等于零。当然, $BG_3$ 本身开路,输出也将等于零。

### (4) 为什么 $D_5$ 开路时输出电压过高

因为 $D_5$ 开路, $BG_1$ 的发射极由 $R_9$ 加入比基极电位高的电压,使 $BG_1$ 管截止,因此,集电极电流 $I_{\text{c1}}$





等于0, A点电位上升, 输出电压过高。

## (5) 为什么BG<sub>2</sub>的cb击穿, 会使输出电压过高

因BG<sub>2</sub>的c、b击穿后A点电位上升至19V左右, 从而使BG<sub>3</sub>饱和, U<sub>o</sub>接近19V。

综上所述, 可总结出下列检查步骤:

先测A点电位, 若电位升高, 可能BG<sub>2</sub>的bc结击穿(特征是b、c同电位); 另一可能可BG<sub>1</sub>截止或损坏。这时可先查BG<sub>1</sub>发射极电压, 若很高, 可能D<sub>1</sub>开路。若发射极电位正常(6V), 其基极电位也正常(6.6V), 则可能BG<sub>1</sub>损坏, 此时可测BG<sub>1</sub>的bc结正反向电阻来判定。若A点电位正常而输出电压过高, 则系BG<sub>3</sub>的ce结击穿。

如果由于A点电位过低引起U<sub>o</sub>过低, 则可先查BG<sub>1</sub>的bc结是否击穿, D<sub>1</sub>是否短路。如均正常, 则应查BG<sub>2</sub>、BG<sub>3</sub>的be结是否开路。

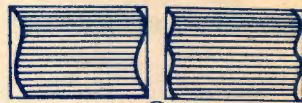
另外, 也可用动态法大体判断故障的所在。例如当U<sub>o</sub>过低时, 首先可试把D<sub>1</sub>断开, 看A点电位及输出电位是否上升。如A点电位不变, 则系BG<sub>1</sub>有故障; 如A点电位上升而U<sub>o</sub>不上升, 则系BG<sub>2</sub>、BG<sub>3</sub>有故障。如U<sub>o</sub>及A点电位都上升, 则D<sub>1</sub>短路。

## 纹波系数大, 光栅扭曲

图象扭曲的原因很多, 除由于电源纹波太大外, 还可能是同步分离、AGC、AFC及公共通道不良等

造成。因此首先要进行故障分离。可将电视机调至空频道, 看光栅如有图5那样的50Hz或100Hz扭曲, 则多为电源纹波所引起。

电源纹波过大的主要原因是滤波电容失效或容量衰减, 例如C<sub>5</sub>、C<sub>6</sub>、C<sub>10</sub>失效。可试用



1000~2000μF电容并联到各滤波电容上, 当试出纹波减小时则该电容失效。此外可能是整流二极管中某一管损坏, 或者是电源电压过低, 使调整管的压降U<sub>ces</sub>小于4V。

## 其它

如果发现稳压输出电压在空载时或输出电流较小时电压正常, 而电流较大时电压调不上去, 很可能是所用晶体管的β值过低。这时电源内阻太大, 会造成伴音干扰图象, 伴音失真, 场跳动。必须注意不要误诊为同步不良, 只要将音量关小, 如干扰消失, 就可确定它是电源内阻过大的故障。

## 管子的代用

在不得已的情况下, 可用性能相近的管子替换, 以应一时之急。图1中的比较放大管3DG6, 可用3DG8、3DG12、3DA87等代替; BG<sub>2</sub>3DA87, 可用3DG12、3DK4、3DG27、4S37等代替; 而BG<sub>3</sub>3DD15可用3DD102、3DD12A、3DA99、DF03、4S39B、3DD104、3DA5等代替。

(上接第29页)

## 4. 录音信号源的性质

通过录音机录音的信号源, 常见的有下列几种: 话筒输出——现场录音; 唱头输出——唱片转录; 收音机、电视机检波或鉴频输出——收录; 其它录音机的收音输出——磁带转录等。这些信号强弱悬殊, 小到几十微伏, 大到几伏。因而, 为了适应各种信号源的电平、阻抗配接, 一般设有几个不同的录音输入插口: 一个话筒输入插口(MIC IN), 一个线路输入插口(LINE IN)或辅助输入插口(AUX IN), 有的机器三种输入插口都有。与此相应, 在输入电路上就要采取一些措施。对于普及型录音机, 考虑到价格问题, 一般不再增设放大级, 而仅在线路或输入插口后面加适当的电阻衰减器, 然后和话筒输入一样送到第一级放大器。但在高级录音机里, 一般还备有专用的话筒放大器。

在盒式机的低电源电压条件下, 为了适应话筒输入信号的大幅度变化(超过额定输入40dB以上), 一般都加有自动电平控制(ALC)电路, 这和收音机、电视机里的AGC电路相类似; 但由于录音机是直接处理

音频信号, 故实质上并不相同。

## 5. 录音监视和监听

和收音机、电视机相比, 录音工作的另一特点是, 不是即时收听, 而是留待以后放音。因此, 为了保证录音质量, 在进行录音时必须采取一些措施对录音信号进行监视。常见的有电平表或VU表, 在较高级的录音机里还设有耳机监听功能, 以便随时监视和监听录音信号大小, 保证录音效果。于是在电路上就有相应的各种电表电路和耳机监听电路。

## 6. 伺服、控制和降噪电路

随着电子技术的发展, 七十年代以来, 在录音机中陆续出现了一些新的电路。在盒式录音机中, 常见的有电机伺服电路, 自停控制电路和B型杜比降噪电路等。这些电路的引入使得录音机的电声指标和使用操作性能进一步提高。前两种电路显然是专为录音机特有的机械传动和操作机构服务的; 而杜比降噪也正是利用录音过程的电→磁变换和放音过程的磁→电变换先后进行才得以实现的。





### 1. 问: 收录机的 FM 波段为什么收不到电视伴音? 如何改进?

**答:** 收录机的 FM 波段是为接收调频广播而设置的, 其频率范围是 88~108 兆赫。电视伴音第 1 频道至第 4 频道的频率为 56.25~83.75 兆赫, 第 6 频道至第 12 频道的频率为 174.75~222.75 兆赫, 都不在收录机 FM 波段之内, 故收不到这些频道的伴音。第 5 频道的电视伴音频率为 91.75 兆赫, 正好在 FM 波段内, 故可以收到它。

调频广播在我国已逐步开始, 各大城市正在筹建或已正式使用了 FM 波段进行广播, 有的地方还开始了立体声调频广播。在这种情况下, 若将 FM 波段改为收当地电视伴音, 到当地有调频广播时还得改回来, 因此还是以不改为好。

有些收录机的 FM 波段收到了当地电视伴音(不是 5 频道), 那是由于机子本身振荡频率偏移或距电视台较近, 而收到它的谐波的缘故。

### 2. 四川成都苏雯问: 你刊 1980 年 8 期盒式录音机问答中所说的单芯插头是否应为两芯? 遥控暂停是否与机器上的暂停键作用相同? 暂停键长时间用能否损坏机器?

**答:** 原文中的单芯插头不是两芯, 因金属屏蔽线的外层不是芯, 若是两芯, 则连外皮一起就是三线了。由遥控孔 (REMOTE JACK) 接出的是单独控制马达电源的开关, 它不改变录音机的工作状态(录或放)。暂停键 (PAUSE) 控制的情况却不同, 它只是拉开压带轮和收卷盘的过桥轮, 其余工作状态不变。利用遥控开关作暂停时, 压带轮仍然压着磁带, 故应短时间使用, 否则易伤压带轮。用暂停键时, 有些机子是单纯拉开压带轮, 而收卷盘仍然转动, 只不过是刹车器停住

而已, 对这种机子, 暂停键也不可停得太久, 以免损伤过桥轮而使收卷失灵。因此不管用哪一种暂停开关, 都最好控制在 1 分钟以下, 时间长了是不好的。

(以上两则高辉答)

### 3. 广州林鉴等问: 现有 8 英寸 8 欧 3 伏安和 5×7 英寸 4 欧 2 伏安喇叭各一只, 准备配接在一台额定功率为 7 瓦、输出阻抗为 8 欧的 OTL 扩音机上, 不知该如何接?

**答:** 建议不用 5×7 英寸那个喇叭, 单用 8 英寸喇叭。也可用一个 2½ 英寸×4 英寸椭圆喇叭与 8 英寸喇叭配合, 8 英寸喇叭放低、中音; 椭圆喇叭放高音。具体做法是, 将椭圆喇叭串上一个 3~5 微法纸介电容器后与 8 英寸喇叭并联起来。如能用 LC 分频网络作二路分频就更好 (见上期问答)。

不用 5×7 英寸喇叭的道理是它的放音频率响应为 100~7000 赫, 比不上频响为 80~7000 赫的 8 英寸喇叭, 反而相当于 6½ 英寸喇叭。另外, 如把它与 8 英寸喇叭配合则很不合适, 如两者串联, 扩音机负荷阻抗变成 12 欧, 导致最大输出功率降低, 功率储备量较小, 开大音量时对音质大有影响, 况且 5×7 英寸喇叭能获得的功率也只是 8 英寸喇叭的一半, 对改善放音效果作用不大。如两者并联, 则音频功率主要被它分担, 8 英寸喇叭就不能发挥主要作用, 同时因扩音机负荷减小, 输出电流成倍增加, 这样在开大音量时扩音机和 5×7 英寸喇叭都有可能过荷而损坏。

### 4. 内蒙古鄂托克旗郑永坦等问: 我们买了一台日产日立 CTP-236D 型彩色电视机, 收看电视节目时图象常常翻滚不稳。如果把一台黑白机的天线输入端并接到同一根

天线的馈线上, 则黑白机工作稳定, 这是不是说明彩色机有故障呢?

**答:** 两台电视机同接一根天线的试验法不好 (除非采取一定措施), 会相互产生干扰和影响。一般来讲, 彩色电视机对天线的要求要比黑白机高, 较远距离或较劣环境下接收电视节目时要用较好的室外定向天线, 并注意馈线的匹配。对 CTP-236D 机来说, 天线输入端是 75 欧不平衡式, 要用 75 欧的同轴电缆作馈线。如用 300 欧扁馈线, 应通过阻抗适配器才行。这个阻抗适配器一般随机出厂就有。如果没有, 就要购置或自制 (方法见本刊 81 年第 6 期“远距离电视天线的制作”一文)。在天线、馈线都良好的情况下, 经仔细调节电视机各有关旋钮后仍不能使图象正常稳定时, 才可认为是电视机出了故障。

### 5. 上海方敏、童焯问: 有一台夏普 EL-210 型计算器, 使用中突然出现显示数码特别亮的现象, 这是怎么回事? 会影响数码管的使用寿命吗?

**答:** 这个故障是稳压二极管  $D_1$  开路造成的 (请见第 6 期“电子信箱”中的插图)。 $D_1$  在电路中的作用是箝制晶体管升压电路的输出电压值。当它开路后, 箝制作用消失, 使从升压变压器 B 中得到的数码管灯丝电压由 1.1 伏左右上升到 1.3~1.4 伏, 阳、栅极电压由 20 伏左右上升到 30 伏以上, 这样灯丝发射电子数量大大增加, 阳极吸收的电子也大量增加, 从而使数码管亮度大增。由于灯丝等严重过载, 数码管很易迅速老化, 因此碰到这种情况时应立即关机处理。 $D_1$  的损坏以瓷壳碎裂、内部接触电阻增大等多见, 可用一个 8~9 伏的稳压二极管换上。

(以上三则元沅答)



# 使用与维修



电子手表是近代科学技术的一项新成果，是微电子学迅速发展的产物。由于它使用方便、走时精确、结构简单、功能多和维修方便，深受人们欢迎，在国外发展甚为迅速。近年来，我国引进国外技术自行生产的产品也已开始投入市场。本文就数字式电子手表的内部结构、工作原理和日常使用及维护知识作一介绍，以帮助大家更好地了解和使用的电子手表，并能自行排除一些在使用过程中遇到的常见故障。

## 内部构造和工作原理

数字式电子手表主要由石英晶体、集成电路、微调电容器、固定电容器、电池、数字显示器件等元件组成。其工作原理可用图1所示的方框图加以说明。

石英晶体G和电容器 $C_1$ 、 $C_2$ 与集成电路中的振荡电路构成一个晶体振荡器，作为电子手表的“时基”。它的振荡频率一般为32.768KHz。整个手表的工作动力由一个扣式电池供给。当手表走时有误差时，可以通过调节微调电容器 $C_1$ 的容量(改变晶体振荡回路的谐振频率)加以调整。整个手表的功能是根据预先设计好的逻辑功能，通过按动表壳上的不同按钮和不同的按动次数来实现的。

下面介绍数字电子手表的主要电子元器件。

**石英晶体** 它是电子表的“时基”，要求具有极高的频率稳定性、很小的温度系数和耐机械振动冲击的能力。目前电子手表用的石英晶体，其结构可分为棒状和音叉状两种(图2)。图2a为棒状结构，其优点是加工方便，缺点是体积较大，抗振动冲击能力稍差；

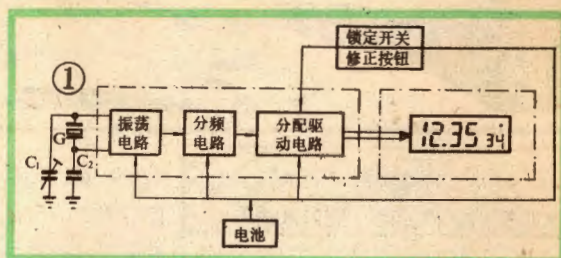


图2b为音叉状结构，它的情况正好与棒状结构相反。

**集成电路** 它是电子手表的关键，各种功能均由它来完成。目前大多采用CMOS(互补金属-氧化物-半导体)集成电路。它的特点是：工作电压低(1.2V左右)，耗电极少(几个微安)，工作稳定，寿命长。一般五功能电子表的集成电路约有2000多个元器件，而六功能电子表的集成电路就有3000多个元器件，其它如七功能、八功能电子表的集成电路，集成度就更高。

**数字显示器件** 电子手表的实用数字显示器有发光二极管(LED)和液晶显示器(LCD)两种。二者都采用节段显示方式，单纯数字显示均用七段，兼有数字和字母(用于星期)的显示则用九段(图3)。

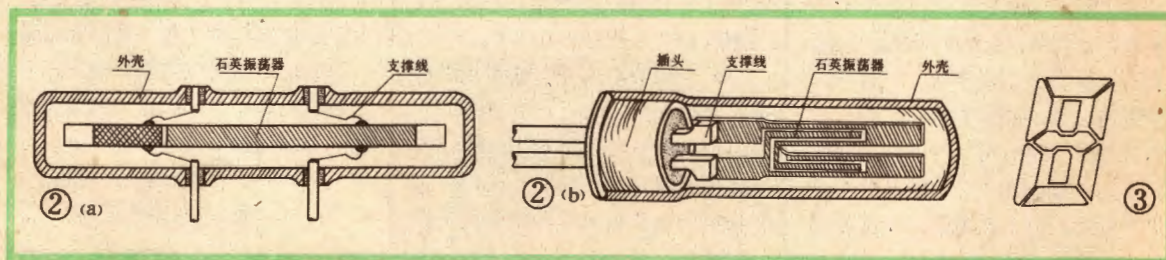
发光二极管在通电时使显示节段发光，使用最多的是红色发光二极管。这种显示器具有色彩鲜艳、清晰、使用寿命长等特点，其最大缺点是耗电量大(毫安级)，并且在高照度下反差低。

液晶显示器是利用液晶在电场作用下对光的折射率发生变化的原理来实现显示的，其基本结构见图4。同发光二极管相比，液晶显示器有两个重要特点，即功耗极小和高亮度环境下有良好的能见度，但在亮度低的情况下就很难看清显示数字。为了弥补液晶显示器的这一缺点，在采用液晶显示屏的电子手表内，一般都装有一个微型灯泡，以便在黑暗中看清显示数字。目前液晶显示屏的寿命约7~8年。

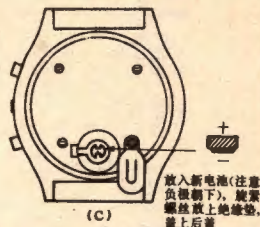
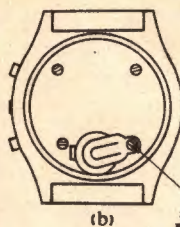
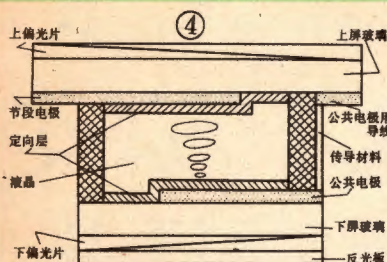
**扣式电池** 电池是整个电子手表的能源，目前常用的是氧化银扣式电池。对电池的要求是不能有气胀和漏液，自放电小。电子手表更换一次新电池的走时期限与电池容量和手表耗电量有关，大致可按下式计算：

$$\text{走时期限(月)} = \frac{\text{电池容量(mAh)} \times 1000(\mu\text{A换算值})}{\text{电子手表耗电量}(\mu\text{A}) \times 730(\text{每月小时数})}$$

以ELCAP(爱卡)表为例，电池(RW47)容量为55mAh(毫安时)，手表耗电量为3.5 $\mu$ A(微安)，则







$$\text{走时期限(月)} = \frac{55 \times 1000}{3.5 \times 730} \approx 21.5(\text{月})$$

目前电子手表常用的氧化银扣式电池的规格和容量见下表。

| 尺寸(mm)<br>(直径×厚度) | 型号   | 电池构成              |     | 容量<br>(mAh) |
|-------------------|------|-------------------|-----|-------------|
|                   |      | 阳极                | 电解液 |             |
| Φ 7.9×3.6         | 392  | Ag <sub>2</sub> O | KOH | 38          |
| Φ 7.9×3.6         | RW47 | Ag <sub>2</sub> O | KOH | 55          |
| Φ 7.9×3.6         | 547  | Ag <sub>2</sub> O | KOH | 38          |
| Φ 7.9×5.3         | 393  | Ag <sub>2</sub> O | KOH | 75          |
| Φ 7.9×5.3         | RW48 | Ag <sub>2</sub> O | KOH | 100         |
| Φ 11.6×3.1        | RW49 | Ag <sub>2</sub> O | KOH | 100         |
| Φ 11.6×3.6        | 549  | Ag <sub>2</sub> O | KOH | 90          |
| Φ 11.6×4.2        | 386  | Ag <sub>2</sub> O | KOH | 120         |

## 使用维护常识

数字式电子手表具有良好的防磁性能,它的防震、防水性能与机械表基本相同。为了保证电子手表的正常工作,使用时应注意以下几点:

- ① 避免受到强烈冲击,以免石英晶体损坏和液晶显示屏破碎。
- ② 避免浸水和受潮,以免耗电量增大和产生功能性故障,造成不必要的损失。
- ③ 避免高温环境及阳光直射液晶屏,否则会加速其老化。
- ④ 尽量少按照明灯掣,因为微型灯泡每亮一秒,耗电量相当于手表正常工作2小时。
- ⑤ 经常用软布擦去表壳上的污物和汗渍,保持镀层光亮清洁。

电池接近用完时的现象为数字暗淡、闪烁、功能反常和按照明灯掣时无显示等。这时可将手表后盖撬

开,取出绝缘垫,松开电池上压片,取出电池,用万用表测其电压。若电压低于1.3V已不能再用,应更换新电池,然后按相反次序装好(参见图5)。更换电池时注意电池极性,不可接错,不能用金属镊子,以免造成电池短路而使容量迅速下降。

## 常见故障修理

1. 故障现象 显示紊乱,秒显示隐隐闪动。

故障原因 (1)接触不良;(2)集成电路显示部分的共电极到底板间的压焊线断;(3)液晶显示屏共电极端子碎裂。

修理方法 第(2)种原因属内部损坏,应送修理部修理;第(3)种原因需更换同规格的液晶显示屏。现介绍第(1)种原因的修理方法。

撬开后盖,取出表芯,松开底板上的四个螺丝,取出底板,这时可以看到在液晶显示屏的两排电极端子上有两块导电橡胶,故障就是由于它与底板上的两排电极端子接触不良所致。这时可按图6所示在液晶显示屏下面垫两条薄纸,然后放上底板,旋紧螺丝,显示即能恢复正常。

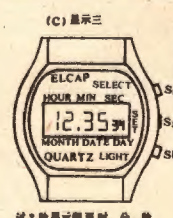
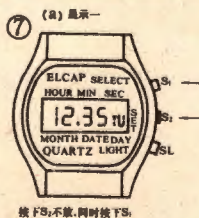
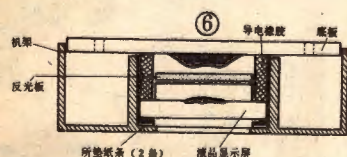
2. 故障现象 秒字不跳,如图7a所示。

原因及解决办法 这种现象一般不是电子手表出现故障,而是表的另一种显示功能,只要先按S<sub>2</sub>掣不放,再按S<sub>1</sub>掣,显示便能自动翻转(见图7b和7c)。

3. 故障现象 按S<sub>2</sub>掣失去作用,不能校对时间。

故障原因 (1)表壳按钮或开关接触片局部故障;(2)底板线路断开;(3)集成电路与底板间压焊线断开,此原因属内部损坏,应送修理部修理。

修理方法 打开后盖,先不要急于取出表芯,按下S<sub>2</sub>掣,仔细检查它与表芯接触片是否接触。如果没有接触,则只要将表芯取出,在S<sub>2</sub>接触片下面垫些小纸





## 业余电子爱好者的常备工具

### 为您准备一个小小的实验室

电子爱好者常常在课余、工余做一些有意义的实验，自制电子装置或帮助别人修理收音机、电视机等，如有一个自己的小小“实验室”那该多好啊！为了满足这种愿望，本专栏将陆续向您介绍装备这样的“实验室”所需要的工具、仪器和设备。

——编者

俗语说：“工欲善其事，必先利其器。”这就是说要做好一件工作，具备得心应手的工具十分必要。下面介绍一下业余电子爱好者常备的一些基本工具。

### 一、电烙铁

电烙铁是焊接电路元器件及接

线的主要工具。装制、维修都离不开它。常见的有内热式、外热式及快速式三种。

内热式电烙铁体积小，重量轻，发热快，效率高，比较受欢迎。市售商品有 20W、30W 两种，焊接晶体管电路用 20W 已足够。如采用外热式，则以 25W 为宜。焊接大零件及底盘，可选用 75W。

内热式电烙铁结构如图 1 所示。因发热元件——电热丝装在烙铁头内，与空气隔绝，所以不易氧化。再之，由于热量直接传入烙铁头，发热快，热量利用率高达 85~90%，这是一般外热式烙铁所不及的。这种烙铁的缺点是钢管与胶木柄结合处较脆弱，使用时切不可用力过大。另外，烙铁芯的瓷棒、瓷管细而薄，经不起震动或敲击，碎裂后将影响使用。

不论是内热式或外热式烙铁，使用一段时间后，均需取下烙铁头，清除黑色氧化物。这种氧化物积存过多，不仅影响传热，还会因氧化物膨胀，使烙铁头很难取下。

最好按图 2 所示，制作一个烙铁支架，其实它就是一个散热器。烙铁在通电而不使用时，可将铜头插入散热器内，降低温度，延缓氧化速度。更好的办法还是装一个半压开关

片，使其与  $S_2$  接触即成；如果是接触的，则取出表芯，查看  $S_2$  接触片上有无异物。若有，将异物清除后即可恢复正常。如果没有上述两种故障，则松开底板上的螺丝，仔细检查底板上  $S_2$  连线是否开路。若开路，用 20 瓦左右电烙铁将断开处连接好即可恢复。焊接时应注意将烙铁电源插销拔下，以免损坏集成电路。若用上面各种方法都不能找出故障时，那就应送修理部修理。

开关发生故障的另一种现象是按不动或按下后弹不起来。遇此情况，只要照图 8 那样拆下开关，清除里面的异物即可。但拆卸时应注意不要碰坏表面，以免影响外观。

4. 故障现象 按  $S_2$  掣无显示，但按  $S_1$  掣正常。

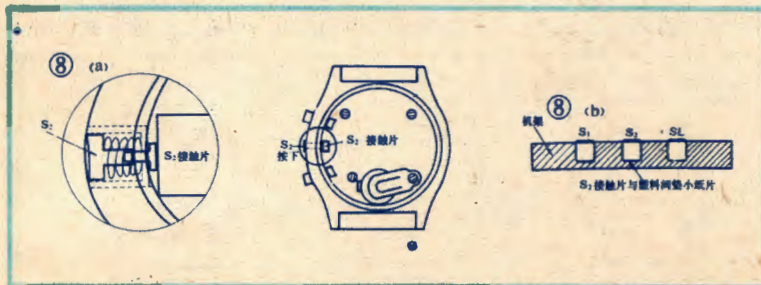
故障原因 可能是表芯内一只  $.047\mu F$  电容器与  $S_2$  接触片短路所致。

修理方法 取出表芯，松开螺丝，取下底板，仔细检查  $S_2$  接触片与它附近的一只棕色固定电容器之间是否短路。若短路，则需将它们之间的银油清除掉即可；若无短路，那就可能是由于集成电路内部故障所致，必须送修理部检修。

5. 故障现象 无显示，但照明灯亮。

故障原因 (1) 电容器脱落；(2) 电容器短路；(3) 晶体短路（女式表较多见）；(4) 集成电路与底板间压焊线断，此种故障应送修理部检修。

修理方法 取出表芯，先用万用表测量表芯的总电流。如电流正常（约  $2\sim 5\mu A$ ），这时可判断不是电容器短路，就应从其它方面检查。取下底板，仔细检查电容器是否有脱落或接触不良现象。如有，可将其重新焊接好，就能恢复正常显示。焊接时速度要快，焊前应将烙铁电源插销拔下。如无脱落或接触不良，再检查晶体是否短路。如短路，则排除后就能恢复正常。如果测得表芯电流大，那么就应检查电容器是否短路，方法是用万用表  $R\times 10$  挡或  $R\times 100$  挡测量电容器两端，正常时应为正向导通，反向不通。如果电容器两端反向也导通，可判定为短路，换上同样规格的电容器即可恢复显示。一般电子手表内两只棕色的电容器容量均为  $.047\mu F$  左右，白色的那只容量约 39 pF，微调电容器的容量为 10pF~50pF。如果用上述各种方法均不能找出故障，那只能送修理部修理了，切忌任意乱拆，以免使故障扩大。





(图3), 烙铁暂时不用时, 将K断开, 交流电仅半周导电, 电烙铁保持较低温度; 使用时, 接通K, 220V全压加到烙铁上, 这样既克服了烙铁头氧化过快的弊病, 又能缩短等候时间, 并节约了用电。一般20W烙铁通电后, 电流约80mA左右, 交流峰值电压为:  $220V \times \sqrt{2} = 310V$ , 所以, 二极管D的反向工作电压应在350V以上。虽说有电烙铁的串联限流作用, 但这样选用二极管, 比较可靠。一般选用2CP系列硅管即可。

## 二、斜嘴钳

斜嘴钳也叫偏嘴钳, 如图4所示。主要用于剪断接线和元器件引线, 也用来修剪印制板焊后较长的线头和剪软塑料套管、尼龙线等。刃口应保持锋利, 严禁用来剪钢丝等硬金属。选购时, 可将刃口对着光线观察, 注意两刃间缝隙应严密, 钳轴应转动灵活, 但又不松旷。

## 三、扁嘴钳

扁嘴钳如图5所示。主要用来松、紧螺母, 夹直或弯曲引线和薄壁金属零件。此外, 有的扁嘴钳也具有剪断功能。

## 四、尖嘴钳

尖嘴钳头部与扁嘴钳相仿, 但头部尖而圆。用它可弯曲方、圆环, 弯曲钩状物等。

## 五、改锥

改锥又叫起子或螺丝刀。业余者一般具有一把75×3mm的(小型)和一把75×5mm的即可。如有条件的话, 再添置一把250×4mm的长杆电信改锥更好。选用塑料或有机玻璃制的较好, 因为它有好的绝缘性, 且牢固。

## 六、镊子

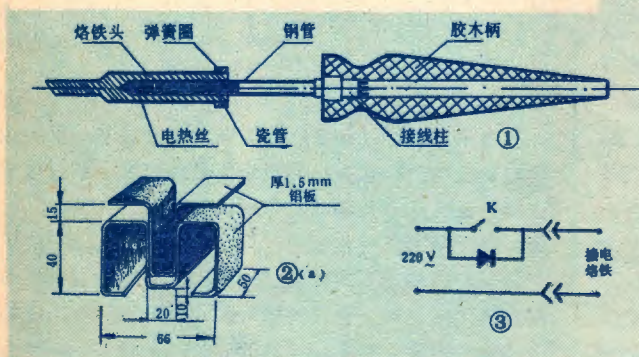
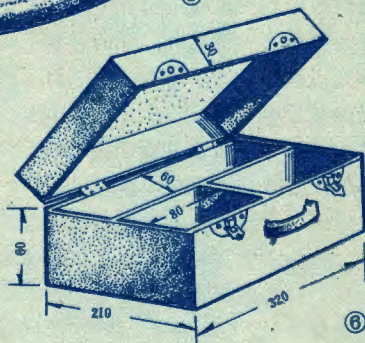
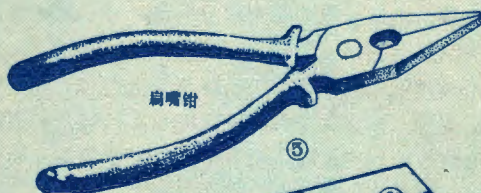
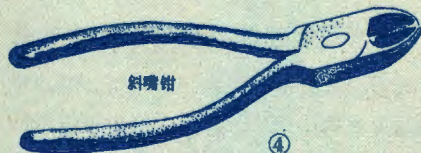
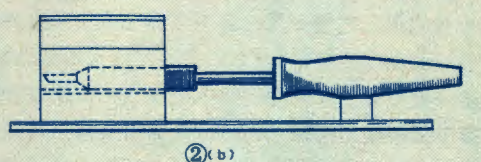
它是配合焊接不可少的工具。焊接时, 用它来拉引线,

送管脚。灵巧而又能防止烫手, 还可防止烫坏管子或零件。选用时, 要求镊子的弹性适中, 钳口对齐、严实而不发软。可购市售130mm医用镊子或修钟表的尖镊子。

## 七、锉刀

锉刀分为平锉、半圆锉、三角锉、什锦锉等。又有粗、细之分。可根据经济而又易购的原则自行添置。有了几把锉刀, 对于一些简单加工来说方便不少。

业余者有了以上几种基本工具, 就具备了搞一些装、修的初步条件。如有兴趣, 再按图6做一个便携式工具箱就更好, 工具有条理放置, 使用更为方便。当然干金工活或木工活所需专门工具还很多, 诸如手摇钻、榔头、克丝钳、小台虎钳、手用钢锯、各种刨子、木锯、简易式绕线机等。可根据自身条件, 陆续添置。



## 电视原理

天津大学电视研究室编著,  
北京国防工业出版社1981年1月  
出版, 16开, 450页, 定价3.00元。

本书共有十章, 即光与视觉特性, 电视传象基本原理, 电视图象的摄取与重现, 兼容制彩色电视, 电视发射机, 电视接收机, 同步信号的形成, 电视节目的储存与重放, 电视测量原理和电视新技术。各章内容均以介绍彩色电视系统的信息处理和传输原理为主。





# 盒式磁带录音机原理与电路(1)

## 录音机与收音机、电视机有何不同

刘宪坤

**编者的话** 七十年代以来,国外盒式磁带录音机日益普及。近年来国内录音机的数量也日渐增多。为了帮助电子爱好者和广大用户了解录音机的基本工作原理和电路特点,以便正确使用录音机,并为修理和制作录音机打下初步基础,本刊从这一期开始分六期连载刘宪坤同志撰写的《盒式磁带录音机原理与电路》讲座。讲座以大家熟悉的收音机、电视机原理为基础,采用对比方式,通过信号在三种机器中传输处理过程的不同,指出录音机的一系列特点,并相应介绍盒式录音机的各部分电路,以及磁头、磁带、传动机构等实现录、放音必不可少的基本部件。供读者阅读和学习。

在现代业余学习和文化娱乐生活中,收音机、录音机、电视机正在成为人们朝夕相伴的好友。这些电子设备在向四个现代化的进军中发挥着越来越大的作用。初看起来,它们都是由各种各样的电子元器件、导线等组装起来的电路。但它们之间究竟有何区别?除了电路之外还有什么部件?下面我们先从信号在这些设备中的传输和变换过程,以及为提高到达终端的信号质量所采取的措施来看一看录音机的一些特点。

### 1. 从信号处理过程看录音机的特点

大家知道,我们从收音机、电视机的扬声器中听到的节目是由它们的接收天线从天空中捕捉来的射频已调电磁波携带的。这些微弱的射频电流经放大、混频、中放、检波后变为音频信号电流,再经低频放大器放大后推动扬声器发声。在这里,信号经过了由射频、中频到低频的变换,但始终都是电信号,只是频率不同而已。即在收音机、电视机里,始终是对不同频率电信号的处理过程,没有涉及其它物理量。而在录音机里则是另一种情况。表面看来,录音机从头至尾全部是音频信号,似乎很简单,但实质上,由录音到放音的过程中,音频信号经历了由电→磁和由磁→电的转换。前者就是通过录音磁头(以下简称录音头)在磁带上进行的录音过程,在这过程中,音频电流被转换成磁带上的永久性剩磁,因而使信号得以储存在磁带上,待以后需要时,再通过放音系统放出声音。放音过程,就是将保留在磁带上的表征信号的剩磁,通过放音磁头(以下简称放音头)转变成音频电动势,再进一步放大后去推动扬声器发声。这种在录音和放音的过程中,在录音头、磁带和放音头之间进行的由电到磁、再由磁到电的转换,称为电磁变换。电磁变换是磁带录音最基本的原理,也是整个录音机的构成及其主要电路不同于收音机、电视机的根本原因。显然,在此过程中,信号曾被变为剩磁的形式,正是这种形式使得磁带录音有一个突出的优点——信号可以长期无源储存。图1-1的方框图表示这几种机器不同

的信号处理过程。

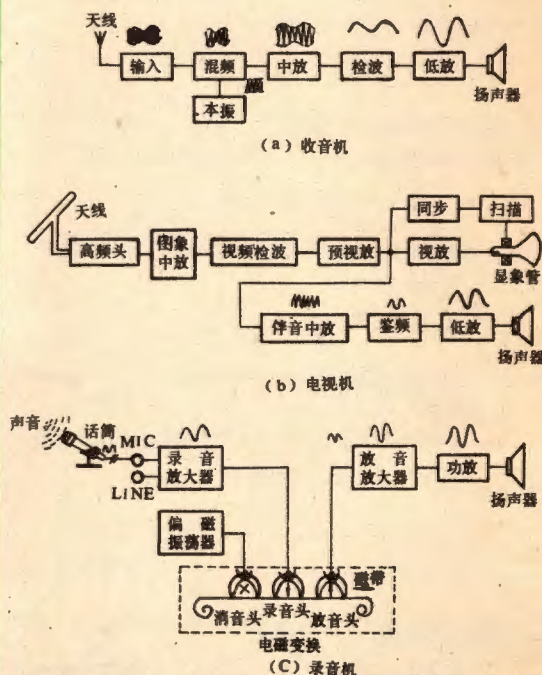


图1-1 各种机器中信号处理过程

由上述可知,录音机要实现录音和放音,即要实现电磁变换,必须要有能记录信号的磁带,执行电磁变换的磁头,以及将弱信号放大的各种放大电路。另外,现在所说的磁带录音,都是将不同时间出现的信号记录在磁带的不同位置(沿长度方向)上,放音时再将磁带不同位置上记录的信号转变成不同时间出现的电脉冲,即信号在电磁变换的同时,还要经历一种时空变换,所以还必须要有使磁带相对于磁头作匀速运动的所谓磁带传动机构。这些部件,除电路外,都是收音机、电视机所没有的。又由于电磁变换不是等幅变换,所以电路部分也与前者截然不同。

### 2. 录放过程中的电磁变换

在信号由电变成磁和由磁变成电的过程中,有两



种重要的物理现象发生：一个是放音过程中的“微分效应”，另一个是录音和放音过程中产生的高频损耗。

我们知道，磁头是一个具有线圈的电磁铁，当图



图1-2 放音原理

1-2 中录有信号的磁带从它的缝隙（一般填有不导磁材料）前面通过时，信号磁通穿过铁芯线圈，随着磁通的变化，就会在线圈两端感应出电动势。根据法拉第电磁感应定律，感生电动势的大小与磁通变化率（单位时间的磁通变化）和线圈匝数  $N$  成正比。对同一磁头而言， $N$  为常数。在无损耗恒流录音（即录音电流不随信号频率而变）的条件下，磁带上各种频率信号的磁通大小相等，即一个周期内的变化幅度相等，如图 1-3 所示，记录波

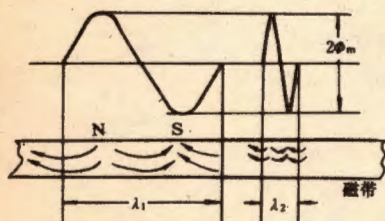


图1-3 磁通变化率与记录波长 $\lambda$ 的关系

长  $\lambda = v/f$  越短，即频率  $f$  越高，磁通变化率越大，因而感生电动势越大，且呈线性关系： $E \propto f$ 。当磁带上磁通幅度恒定时，放音头的感生电动势大小与信号频率成正比，也就是说，不同频率信号在等幅录音时，放音输出将随频率增高而直线上升，这种现象称为“微分效应”。

另外，因带速恒定， $v = 4.75\text{cm/s}$ ，在高频时记录波长  $\lambda = v/f$  变得很短，

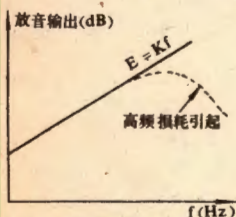


图1-4 放音输出与频率的关系

由于铁磁材料、磁头结构以及磁带与磁头接触状态的关系，频率增高或波长变短都将使录放输出减小，这种现象统称高频损耗。结果，使得恒流录音的放音输出高频下跌，如图 1-4 虚线所示。但是，实际上录放过程中的电磁变换是一种不等幅变换，而收音机、电视机则完全是对电信号进行等幅（对不同频率而言）传输。在录音机里如果采用普通的频率特性平坦的放大器，就会使放音输出信号的频率特性与输入信号的不一样，即产生频率失真。所以，录音放大器和放音放大器都必须采取频率补偿措施，经补偿后，使其分别具有图 1-5、图 1-6 所示的频率特性。

### 3. 录音偏磁技术

在晶体管电路中，人们对偏流（或称偏压）技术是不陌生的。它是为了减小失真、提高放大率所采取的

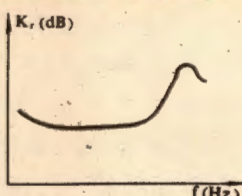


图1-5 录音放大器补偿特性

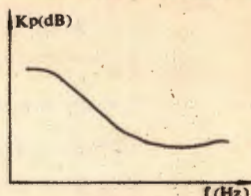


图1-6 放音放大器补偿特性

一种措施。办法是加一个直流偏置电流，使工作点偏离起始导通点，移到负载线中点附近（甲类放大）。

在录音机录音的过程中也采用类似的办法。我们知道，磁带之所以能记录信号，是靠它的永久剩磁，这种性能只有硬磁性材料即磁滞回线肥胖的材料才具备。但若直接用音频信号通过磁头录音，磁场就只是在磁滞回线的起始点附近变化，如图 1-7 所示，在原点附近，磁化曲线严重弯曲，变化坡度平缓，这不仅使电磁变换效率低，而且会造成严重的非线性失真。为了提高录音时的电磁变换效率，减小非线性失真，扩大电磁变换的动态范围，我们采取外加一种直流或交流磁场的办法，使电磁变换的工作点偏离起始点  $0$ ，移到磁化特性曲线线性部分的中点附近（见图 1-8 和图 1-9），这种技术就叫做偏磁，它与晶体管电路中的偏流很相似。外加直流偏磁场的称为直流偏磁；外加交流偏磁场的称为交流偏磁或高频（相对于音频而言）偏磁。因而在录音机里就有一类特殊的电路——偏磁产生和供给电路。

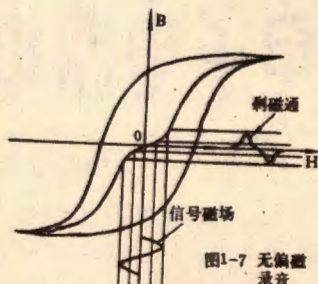


图1-7 无偏磁录音

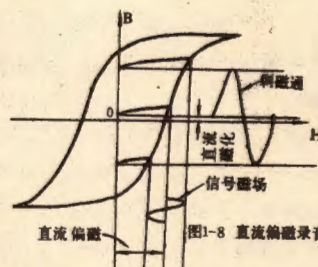


图1-8 直流偏磁录音

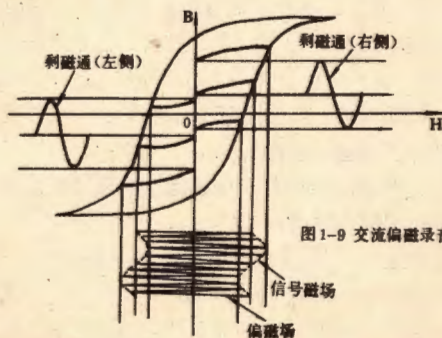


图1-9 交流偏磁录音

（下转第22页）



**编者按** 为鼓励广大读者的学习积极性,更好地普及电子科学技术知识,本刊拟于下半年举办有奖测验活动。从本期开始分五次刊登围绕测验活动编写的辅导材料,前三次介绍电子电路中常用的电工基础知识,后两次介绍常用半导体器件方面的基本知识。第12期刊登测验题,征集读者答案,对优胜者发给奖品(办法见第4期)。由于篇幅有限,辅导材料不可能十分详尽,只能提纲挈领地介绍要点,并指出容易混淆的概念和应该注意的问题,启发读者学习和思考。为保证订阅本刊的读者能够参加此项活动,本页下角印有符号,作为参加测验活动的凭证,请注意保存。

# 电子电路中常用的电工基础知识(一) 张乃国

## 一、电位的概念很重要

1. 可以说某一点的电位,但不能说某一点的电压 在分析电子电路时经常要用到电位的概念。在电路中,一个电子元件的工作状态与加在它上面的电压有关。“电压”是指两点之间的电位差值,单说某一点的电压是不确切的。由于在讨论电路工作过程中要涉及到很多点,因此用“某点的电位是多少”来说明是很方便的。

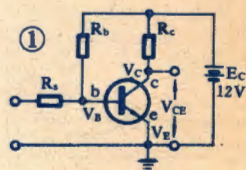
2. 电位基准点可以任意选择,但一经选定则不能随意改动 电路中每一点的电位值就象空间每一点都有一定的高度一样,需要先指定计算其高度的“基准点”。例如说一个山,海拔1000米;一个烟囱高50米;一个放在桌子上的茶杯高10厘米等等,分别是以海面、地面和桌面来说的,显然这个基准点是可以任意选择的。被选定的基准点就是零位点。同理,电路中电位基准点的选择,可以把大地、机壳或电路中许多元件引出端汇集的某一公共点规定为零电位点。为了方便起见,一般就称此点为“地”。所以,说某点是地,它并非真正是地,而仅是在说明电位时选用的基准点而已。

基准点选得不同,电路中某点的电位值就会不同。例如如图1所示电路,若以“地”为基准时,发射极直流电位  $V_E = 0$  伏,设这时基极直流电位  $V_B = +0.7$  伏,集电极直流电位  $V_C = +10$  伏;而以c点为基准时,则  $V_C = 0$  伏,  $V_B = -9.3$  伏,  $V_E = -10$  伏。后一种说法不符合人们的习惯。所以基准点一经选定,就不要随意再改动,否则会造成混乱。

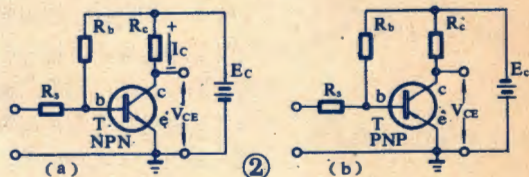
3. 电压的大小与电位基准点的选择无关 上例,当以“地”为基准时,直流电压  $V_{CE} = V_C - V_E = +10$  伏  $- 0$  伏  $= +10$  伏;以c点为基准时,  $V_{CE} = V_C - V_E = 0$  伏  $- (-10$  伏  $) = +10$  伏。可见,无论基准点如何选择,任意两点之间的电压值是不变的。这象在

说明一个物体本身的高度时,与海面或地面位置无关的道理是一样的。

4. 分析电位变化过程时要特别注意极性 例如如图2(a),晶体管T为NPN型,当说基极电位  $V_B$  增加引起集电极电位  $V_C$  降低时,是指c点电位向地电位靠近。



而图2(b),T为PNP型管,当  $V_B$  增加引起  $V_C$  降低时,是指c点电位向电源( $-E_C$ )靠近;反之,  $V_B$  降低引起  $V_C$  升高时,是指c点向地电位靠近,因为这个电路中的最高电位点是“地”。例如  $V_C$  由  $-6$  伏变为  $-4$  伏,表示电位升高。如果用电压来说,当图2(a)中  $V_{CE}$  减小时,表明电位  $V_C$  是降低的,而图2(b),当  $V_{CE}$  的绝对值(即不考虑正负号)减小时,表明电位  $V_C$  是升高的。这在分析由PNP型管组成



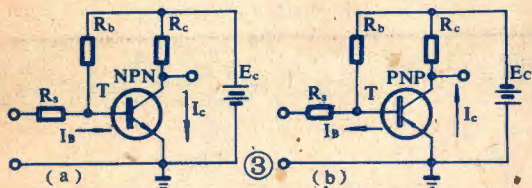
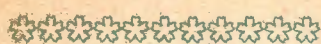
的电路时要特别注意。

## 二、电流电压的正方向要清楚

1. 电流的正方向可以任意假设,是否符合实际方向由计算结果的正负来决定 电流是由高电位端流向低电位端,图3(a)及(b)中所标出电流  $I_B$ 、 $I_C$  的方向是电流的“实际正方向”。

有时电路中电流的方向是不固定的或事先不知道其确切方向。为了方便起见,可以假定电流的正方向,例如如图4,根据习惯假定电流  $I_1$ 、 $I_2$  和  $I_3$  的正方向





如图所示。

由图 4 可以求出：

$$I_2 = \frac{E_2 - E_3}{R_2}$$

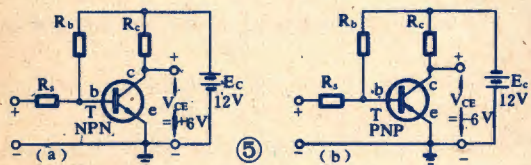
$$= \frac{12V - 0.7V}{200K\Omega} \approx 57\mu A$$

$$I_1 = \frac{E_1 - E_3}{R_1} = \frac{0.3V - 0.7V}{20K\Omega} = -20\mu A$$

$$I_3 = I_1 + I_2 = 57\mu A + (-20\mu A) = 37\mu A$$

$I_1$  是负值，说明其假定正方向与实际方向相反，即  $I_1$  应向下流。可见这种假定正方向的方法为分析电路提供了方便。

2. 电压的假定正方向一般以地端为负，另一端为正。电压的实际正方向是由高电位指向低电位。为了方便起见，一般假定电子电路的输入、输出的公共端（即“地”）为负，另一端为正。这一规定对由 NPN 型管或 PNP 型管组成的电路都是一致的（见图 5）。



例如图 5 (a) 中直流  $V_{CE} = +6$  伏，表示假定正方向与实际方向一致；图 5 (b) 中  $V_{CE} = -6$  伏，表示假定正方向与实际方向相反。

与前同理，假定正方向一经确定，不能随意改动，否则容易混淆。

3. 电压降的正方向与电流的正方向一致 电压降一般指电阻电压降或管压降，由高电位端指向低电位端，不再另行假设。

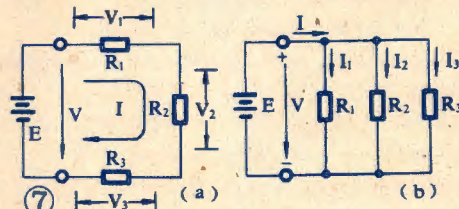
## 三、单电源回路的分析要熟练

1. 全电路欧姆定律要考虑电源（或信号源）内阻  $R_s$ 。见图 6， $I = E / (R + R_s)$ ，只有当  $R_s \ll R$  时，才可以认为  $V \approx E$ ，这时  $I \approx E / R$ 。这一点在讨论电源

或信号源内阻比较大的情况时是必须考虑的。

### 2. 串联电路中电流处处相等

见图 7 (a)，不能误认为经过电阻后，电流有衰减。而各处电压是不同的，总电压等于各电阻上分电压之和 ( $V = V_1 + V_2 + V_3$ )。总电阻等于分电阻之和 ( $R = R_1 + R_2 + R_3$ )，总电阻大于最大的分电阻。



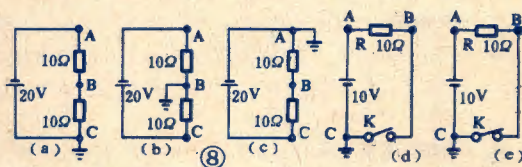
3. 并联电路中各支路上电压相等 见图 7 (b)，总电流等于各分电流之和 ( $I = I_1 + I_2 + I_3$ )。总电阻的倒数等于各分电阻的倒数之和 ( $1/R = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3$ )，总电阻小于最小的分电阻。如果用导电导  $G$  的定义为电阻的倒数 ( $G = 1/R$ )，则并联电路的总电导等于各分电导之和 ( $G = G_1 + G_2 + G_3$ )。

## 【思考题】

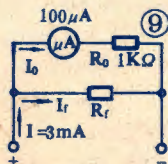
1. 分别求出图 8 五个电路图中 A、B、C 三点的电位值，填入表 1 中。

表 1

| 图 号   | (a) | (b) | (c) | (d) | (e) |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|
| $V_A$ |     |     |     |     |     |
| $V_B$ |     |     |     |     |     |
| $V_C$ |     |     |     |     |     |



2. 将一个满量程为 100 微安，内阻  $R_0$  为 1 千欧的直流电流表改装成满量程为 3 毫安的电流表，电路见图 9，计算分流电阻  $R_f$  应为多少欧姆？





## 9 瓦集成电路 OCL 扩音机套件

### 供应办法

本扩音机套件分放大器、电源、扬声器(高、低音各一只)和音箱体四部分。为照顾读者的不同需要,采用三种供应办法:

1. 单供应放大器(包括电位器),每套14元。
2. 供应放大器、电源和扬声器,每套45元。
3. 供应放大器、电源、扬声器、音箱体(带分频器和喇叭布)全部套件,每套70元。此项办法仅限北京市。

上列价格不包括包装费和邮资。邮购需另外收费:第一种供应办法加收1元;第二种供应办法加收4元。

右表所列各供应点所在地的读者,可直接前往供应点购买;需办理邮购的读者,请与附近供应点取得联系,待得到答复后再行寄款。各供应点8月1日起开始供应。有关供应套件的业务完全由各供应点负责办理,务请读者不要把信、款寄到本刊编辑部,以免延误和丢失。

### 封三资料说明

盒式录音机的性能指标计有二十多项,封三表中列出了最近测出的国内外部分盒式磁带录音机的六项主要指标(第1部分)。其中带速误差和抖晃率为机械性能,其余为电气性能,现将指标的主要含义及对听觉效果的影响说明如下:

1. **带速误差** 指录音机实际录音(或放音)带速与额定带速的偏差,一般以偏差值相对于额定值的百分数表示。带速误差是保证磁带互换性的一项重要指标。若带速不准,就会使声音变调。规定一般不得超过 $\pm 3\%$ 。

2. **抖晃率** 录音或放音时,磁带速度的瞬时波动称为抖晃。从电气测量的角度看,抖晃的存在就会使记录(或重放)的信号产生一种不希望有的调频现象。因而,常用这种寄生调频频偏相对于信号频率(载频)的百分数表示抖晃率。抖晃严重时,听起来感到声音“混浊”或“摇摆不定”。

3. **频率响应** 也称频率特性,即录音机可以不失真地进行录放音的音频频带,它是衡量录音机保真性能的重要指标之一。一般用在允许幅度偏差( $\pm$ 多少dB)范围内的频带宽度表示,如63~10000Hz,  $\pm 3$ dB。

4. **谐波失真率** 录音机在录音、放音等电磁变换过程中,由于各种非线性关系,产生信号频率的高次谐波成分对基波(即信号)幅度的百分数,称为谐波失真率。它是衡量保真性能的重要参数。

5. **信噪比** 顾名思义,信噪比表示噪声相对于信号而言,占有多大的比例,一般以后者同前者之比的dB数表示。信噪比越高,表示录音机的噪声越小,当然录放效果就越好。

6. **抹音效果** 又叫消音率或消音衰减。它表示录音机的抹音磁头能将磁带上原有的信号抹去的程度。通常是以原有信号和抹去以后剩余信号之比的dB数表示。当然抹得越干净越好。要想不影响录制新节目,应保证50dB以上。

(坤 祥)

### 套件供应点

| 序号 | 单位名称                                     | 地址                                    |
|----|--|---------------------------------------|
| 1  | 北京市电子学会科普服务部                             | 北京市宝钞胡同1号北京一中校办工厂                     |
| 2  | 天津市青少年电子爱好者服务部                           | 天津市红桥区北大街小新街7号                        |
| 3  | 河北省电子科普器材服务中心                            | 石家庄市第28中学                             |
| 4  | 山西省青少年科普中心                               | 太原市少年宫                                |
| 5  | 辽宁省沈阳市青少年科普中心                            | 沈阳市和平区和平大街一段11号                       |
| 6  | 辽宁省朝阳市科协                                 | 辽宁省朝阳市文化路市委院内                         |
| 7  | 吉林省延边朝鲜族自治州科协                            | 吉林省延吉市                                |
| 8  | 黑龙江省青少年科普中心                              | 哈尔滨市809信箱                             |
| 9  | 江苏省苏州市电子器材服务站                            | 江苏省苏州市干将路218号                         |
| 10 | 江苏省常州市青少年科技活动中心                          | 江苏省常州市兴隆巷58号                          |
| 11 | 安徽省淮南市青少年科技活动器材服务部                       | 安徽省淮南市洞山                              |
| 12 | 山东省青少年科普器材服务部                            | 济南市北历山街28号                            |
| 13 | 山东省青岛市电子学会                               | 山东省青岛市仪表电子局院内                         |
| 14 | 山东省潍坊市电子学会                               | 山东省潍坊市电子局院内                           |
| 15 | 湖北省青少年科普器材服务部                            | 武汉市汉口民主一街187号                         |
| 16 | 湖南省电子技术普及中心                              | 长沙市湖南省电子研究所院内                         |
| 17 | 湖南省湘潭市青少年科普服务部                           | 湖南省湘潭市雨湖路113号                         |
| 18 | (1) 广西壮族自治区电子科学普及中心<br>(2) 广西壮族自治区科协青少年部 | 南宁市广西壮族自治区军区事体育学校<br>南宁市广西壮族自治区科协青少年部 |
| 19 | 四川省重庆市青少年科技器材服务部                         | 四川省重庆市人民路238号                         |
| 20 | 贵州省青少年科技器材门市部                            | 贵阳市贵州省青少年科技辅导员协会                      |
| 21 | 云南省青少年科技器材服务部                            | 昆明市护国路22号                             |
| 22 | 陕西省电子套件供应点                               | 西安市南院门市委院内广播事业管理处                     |
| 23 | 甘肃省青少年电子科普中心                             | 兰州市禄家巷60号兰州市科协                        |
| 24 | 甘肃省嘉峪关市电视服务部                             | 甘肃省嘉峪关市                               |
| 25 | 新疆电子科普中心                                 | 乌鲁木齐市145信箱                            |