

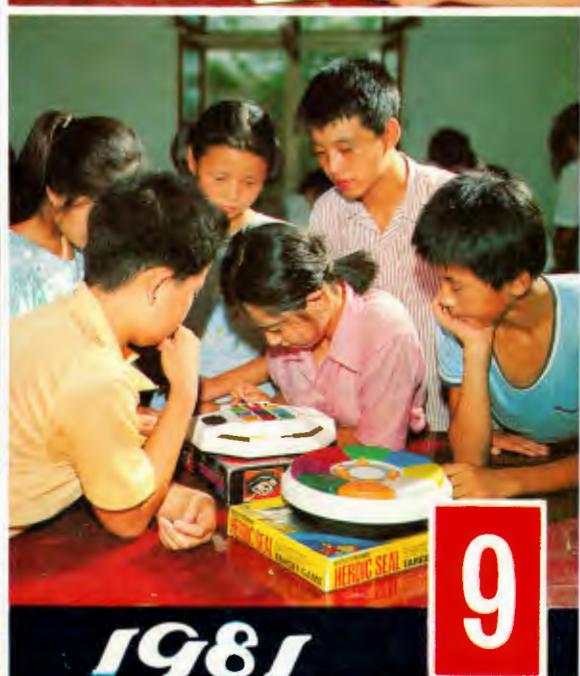
# 电子世界

本刊与北京市少年宫联合举办电子科普夏令营

中国电子学会科普中心向参加夏令营的每个成员免费赠送一套直放式四管收音机散件。孩子们在老师和辅导员的帮助下，亲自动手进行装配调试，从而启发了他们学科学、爱科学、探索电子世界奥秘的兴趣。



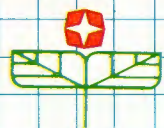
在夏令营期间还举办了现场电视录象、有趣的电子游戏机表演、电子科普专题讲座和放映电子科普电影等丰富多彩的活动。



1981

9

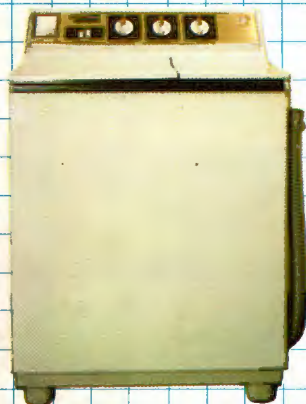




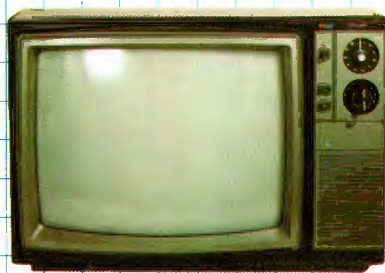
飛利牌  
perrygold

《飛利星進出口貿易公司》經營的飛利牌全頻道黑白、彩色各型電視接收機自加入國內各族人民的生活行列以來，以超卓的性能和可靠的质量而贏得了良好的信譽。它以設計新穎、美觀大方、壽命長久、價格低廉而深受廣大用戶的好評。

本公司還將向您提供多種規格的收录音機、電冰箱、洗衣機、電風扇、縫紉機、電飯煲、吹風機、卷發器、遙控對講機、電話增音器、裝有小型收音機的太陽眼鏡、及其它電子產品等。歡迎各界友好惠顧。



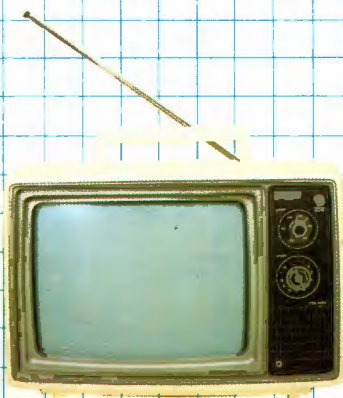
PG-2307S  
各種洗衣機



PSS-4020 (20")  
PSS-4014 (14")



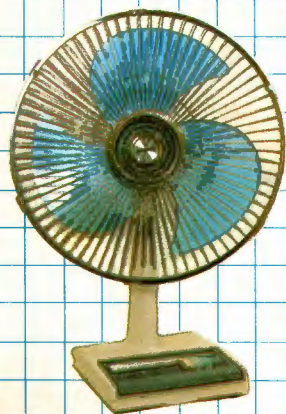
PSS-4009



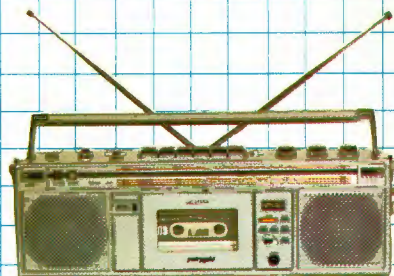
PSS-4005 (14")  
PSS-4003 (14")



PSS-2700 (11 cu. ft.)  
PSS-2300 (10 cu. ft.)  
PSS-2010 (9 cu. ft.)  
各種電冰箱



PSS-5004 (16")  
PSS-5001 (12")  
各種電風扇



BIC-5830  
各種收音錄音機



飛利星進出口貿易公司

THE PERRYSTAR EXPORT & IMPORT CO.

52, CAMERON ROAD 6/FL.  
TSIM SHA TSUI, KOWLOON,  
HONG KONG

TEL : 3-7212559 3-7215449  
TLX : 38579 PERRY HX.  
CABLE : "PERRYCORP" HONG KONG





造型美观 款式新颖  
音质优美 图象清晰  
体积轻巧 操作简便  
工作稳定 使用可靠

全国各大城市开设技术  
维修点，免费保修一年

**向您推荐 HB31-1S型(全塑式)黑白电视机**

**广州广播设备厂为您服务**

为满足广大消费者的需要，本厂专门试制的12英寸、14英寸和  
17英寸统一机芯，即将投放市场。



为了发挥优势，扩大生产，本厂  
由国外引进多条生产装配流水线，  
以先进的技术和科学的管理方法，  
精心生产多种型号的彩色、黑白电  
视接收机，欢迎各界惠顾。

厂址：广州市北郊新市松岭

电 话： 30741

电 挂： 1021



表 1 11 种性能良好的晶体管台式收音机

牌 号	型 号	厂 家	牌 号	型 号	厂 家
红 灯	711-2B	上 海 无 线 电 二 厂	牡 丹	1441	北 京 无 线 电 厂
杭 州	JTD-2	浙 江 萧 山 无 线 电 厂	百 花	T8073	江 苏 扬 州 无 线 电 厂
宝 石 花	TS-3B1	江 苏 南 通 无 线 电 厂	仙 笛	ST1	四 川 重 庆 无 线 电 厂
红 灯	2T123B	上 海 无 线 电 二 厂	银 雀	T121	江 苏 无 锡 县 无 线 电 厂
熊 猫	B 627	南 京 无 线 电 厂	喜 梅	T212	江 苏 常 州 第 四 无 线 电 厂
美 音	802	四 川 重 庆 无 线 电 一 厂			

表 2 接近电子管收音机音质的五种晶体管样机的电路特点

样 机	牌 号	型 号	厂 家	管数	波数	扬 声 器	中频回路	AGC	功放电路	整 流 电 路
电 子 管 参 考 样 机	红 灯	711-3	上无二厂	6 灯	2	飞乐6"半 4Ω	双 一 双	AGC	6P1 甲 类 大 放	6Z4全波整流
晶 体 管 样 机	红 灯	711-2B	上无二厂	8	3	飞乐5"× 7"8Ω	双-单-单	AGC	DZL 过 渡 电	全 波 整 流 7.5V
"	杭 州	JTD-2	浙江萧山无 线电厂	12	2	飞乐6"半 8Ω	双-单-单	AGC	OTL	桥 式 整 流
"	宝石花	TS-3B1	江苏南通无 线电厂	11	3	飞乐6"半 2只8Ω	双-单-单	AGC	OTL	桥 式 整 流
"	红 灯	2T123B	上无二厂	11	2	飞乐6"半 4Ω	双-双-单	AGC + 阻 尼D	变 压 器	全 波 整 流、 压 稳
"	熊 猫	B627	南京无线电 厂	8 4FET	3	飞乐6"半 4Ω	四-单-单 -单	控制二中、 一中、混频	OTL	全 波 整 流

表 3 五种晶体管样机的主要性能指标

牌 号	灵敏度	信噪比	AGC	选 择 性	通频带	偏 调 失 真	有 用 功 率	音 频 互 调	电 源 消 耗	声 失 真	平 均 声 压	转 换 速 率	瞬 态 互 调	整 机 声 频 响
型 号	$\frac{S}{N}=20\text{dB}$ (mv/m)	$\frac{10\text{mv}}{\text{m}}$ (dB)	(dB)	+/-9KHz (dB)	(KHz)	±6KHz 内(%)	(失真 10%) (W)	失真 (%)	无信号 1W输出 (VA)	(%)	(ubar)	(V/μS)	(%)	(Hz)
红 灯 711-3	$\frac{0.19}{0.36}$	44.76	31.5	$\frac{40.9}{32.04}$	7.24	$\frac{2.8}{12.2}$	3.61	11.5	$\frac{38.06}{38.5}$	$\frac{2}{10}$	15.9	0.14	5.34	80—6300
红 灯 711-2B	$\frac{0.29}{0.37}$	36.34	$\frac{48.65}{\text{阻塞} 0.5}$	$\frac{23.6}{17}$	8.83	$\frac{3.25}{8.2}$	3.92	5.8	$\frac{5.5}{5.72}$	$\frac{2.2}{13.5}$	12.6	0.4	0.63	55—7000
枕 州 JTD-2	$\frac{0.15}{0.26}$	45.6	47.95	$\frac{27.28}{35.65}$	5.09	$\frac{5.4}{14}$	7.03	0.55	$\frac{3.96}{7.04}$	$\frac{4}{10}$	16	0.185	0.64	70—5200
宝 石 花 TS-3B1	$\frac{0.2}{0.5}$	35.56	43.2	$\frac{25.8}{22.09}$	6.94	$\frac{3.4}{6.4}$	5.78	2.6	$\frac{15.4}{16.3}$	$\frac{3.5}{5.8}$	20.9	0.21	2.1	
红 灯 2T123B	$\frac{0.17}{0.35}$	42.7	45	$\frac{42.7}{25.2}$	7.63	$\frac{2.4}{7.6}$	4	4	$\frac{7.15}{9.68}$	$\frac{1.6}{11}$	15.9	0.113	2.1	40—7000
熊 猫 B627	$\frac{0.28}{0.34}$	57.5	35.14	$\frac{17.08}{24.9}$	10.27	$\frac{2}{3.6}$	6.25		$\frac{7.7}{10.56}$	$\frac{1.3}{7.2}$	16	0.314	2.1	70—7000



# 电子世界

1981年第9期(总24期)

## 目 录



全国晶体管台式收音机技术座谈会在京召开... (32)

### 现代电子技术

航天飞机的第一个乘客

——用电子设备控制的太空望远镜

.....金 水 (2)

生物医学电子学简介.....郇颐萍 (4)

机敏的警卫员

——漫话电子警戒.....田 弓 (6)

电子新闻..... (8)

部分电子元器件全国质量评比结果 我国第一台全频道彩色电视信号发生器制成 血流图仪制成 700型防噪声耳罩 镜架型头骨传导助听器 能长期监护病人的心脏起搏器 供水定时器 可与金属磁带配用的铁硅铝合金磁头 便携式废气清洁剂 大功率晶体管组件 手持式非接触电流表 能在漫射光下工作的光电倍增管 带微处理器的温度计 电子警戒器

BTL 功率放大器.....熊人宽 (10)

分频器的设计与制作.....杨定军 苏 声 (11)

谈谈扩音机的输出功率.....周 学 (14)

盒式磁带录音机原理与电路 (3)

自动电平控制电路.....刘宪坤 (16)

### 电视之友

电视天线放大器(续).....王德源 (18)

### 使用与维修

北京牌 840 型电视机水平扫描输出级

故障判断.....俞鸿昌 (20)

电子管收音机特殊故障三例.....郭开铸 (21)

### 香港来稿

实用音频电压表.....麦陶大 (22)

### 科技史话

伏特和他的“电堆”.....李世汉 杨永昌 (25)

### 学习与思考(有奖测验辅导材料3)

电子电路中常用的电工基础知识(三)

.....张 果 (26)

### 实验与制作

晶体管电视机加装高压延时电路.....众 豪 (28)

电子管电视机帧输出变压器的

应急代用.....杨武征 (28)

## 北京电子学会正式成立 电子技术咨询服务部

为了在当前经济调整时期,实现科学技术为经济建设服务,促进科学技术与经济发展结合,发挥电子技术在国民经济各个专业领域中的技术改造作用,使科学技术转化为生产力,北京电子学会经过几个月的积极筹备,于六月份正式成立电子技术咨询服务部,在北京市东四十条96号(甲)开始办公。

该服务部将在电子计算机、电子测量、广播电视、激光、半导体等技术领域中,为各行各业的需求者提供技术咨询服务。主要业务范围有:为政府提供有关技术经济情报及某些领域技术发展的具体建议;承接电子技术工程设计方案及引进电子设备、技术的择优咨询;为工业企业革新挖潜、专项技术难题研究、新产品研制提供方案;接受工业生产部门承接科研成果的咨询,也接受科研部门寻求工业课题或解决实验手段、加工制作的咨询;协助落实各项技术政策;国际性技术咨询业务及计算机软件项目咨询,人才咨询、设备验收、论文鉴定、资料翻译、技术培训等。

电子技术咨询服务在国内虽是一项新的工作,但北京电子学会以它拥有的十一个专业委员会、4300名会员,一定能够在各有关单位协调配合下,做好此项工作,为四化建设作出贡献。

(本刊通讯员)

手提式充电机自动控制电路.....奚国泰 (29)

简易过压保护器.....刘小兴 (29)

变压器的妙用.....李 援 (30)

### 爱好者实验室

业余电子爱好者的专用工具.....卉 日 (31)

电子信箱..... (15)

资料 接近电子管收音机音质的五种

晶体管样机的电路特性及性能.....(封三)

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





# 航天飞机的第一个乘客

## ——用电子设备控制的太空望远镜

金 水

“哥伦比亚”号航天飞机的试航成功，预示宇航活动将进入一个新的发展阶段。大概不需要太长的时间，航天飞机就可以作为“太空卡车”，充当地球与太空之间的运输工具。那末，第一个由航天飞机送入太空的旅客是谁呢？按照预定的计划，1983年底，一架特制的天文望远镜将由航天飞机送入太空。这是航天飞机载运的第一个能离开机舱，依靠自身的电子控制系统自由飞行的负荷。

### 性能和用途

望远镜从来都是设置在地面上的。由于地球大气层会使光发生衰减，因而地面望远镜的观察效果不理想。而新的太空望远镜将被载送到离地球 500 公里的轨道上，避开了地球大气层的影响。它对空间目标观察的清晰度，将比使用地面望远镜提高 50 倍，而观察的距离增长到 7 倍以上。这种太空望远镜能够观察的光谱范围从波长 0.1 微米的远紫外线到波长为 1 微米的近红外线。

宇宙是无限的。人类为了增进对宇宙的认识，必须不断改进观测工具，延伸观测距离。美国加利福尼亚州波洛玛尔山上的一副 200 英寸的望远镜能够观测到距地球 20 亿光年的星系，这可算是观测工具中的凤毛麟角了。然而太空望远镜却能观测到距地球 140 亿光年的星系。可以说，这已经达到当前科学技术条件下所能观测到的巨大天区的边缘。科学家用这种太空望远镜观察到的星系实际上是在 140 亿光年前这个巨

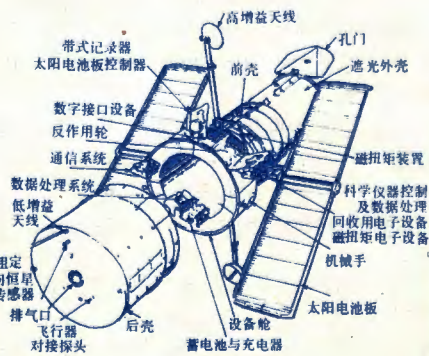
大天区形成时的样子。这对于人类认识宇宙、探索它的演化和起源有十分重要的意义。因此，这种太空望远镜的出现标志着天文科学向前迈出了巨大的一步。

美国航空航天局的这架太空望远镜的两大组成部分——支撑系统和光学系统分别以 7280 万美元和 5850 万美元的费用包给洛克希德导弹宇航公司和珀金埃尔默公司光学技术部研制，工作已于 1977 年 10 月开始。在望远镜的工作寿命期限内，公司将派出人员到航空航天局的宇宙飞行中心组成望远镜的操作控制班子并提供其它支援。这项计划的全部费用估计要超出 4 亿美元。

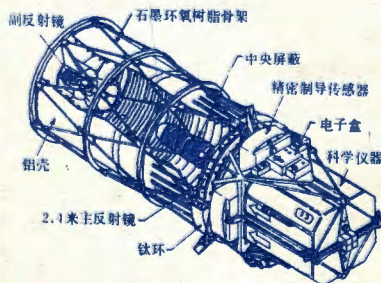
### 结构特点

太空望远镜的支撑系统如图 1 所示（图中部分地作了解剖）。望远镜的整个外壳是个半径 4.3 米、长 13 米的铝筒，光学设备装在前壳内，科学仪器装在后壳内。设备舱中装有姿态控制、通信、数据记录与处理系统，以及除了太阳电池板以外的电源系统。设备舱外的遥控机械手和后壳尾部的飞行器对接探头分别供望远镜展开与回收时使用，并用于在定时维护期间使望远镜固定在航天飞机的货舱内。装在支撑系统内的望远镜光学器件和传感器件则如图 2 的解剖图所示。

支撑结构是用石墨环氧树脂制成的骨架（共分三段，每段有 16 根支柱），用以支撑位于其顶端的 0.3 米光学副反射镜，并使它和底部的 2.4 米主反射镜精确地校直。这两个反射镜构成了改进型卡塞格伦系统。其工作原理同我们常见的卫星地面站天线系统类似：天体的光波先射入主反射镜，反射到位于其焦点处的副反射镜上，再由副反射镜聚焦到主反射镜中央的接

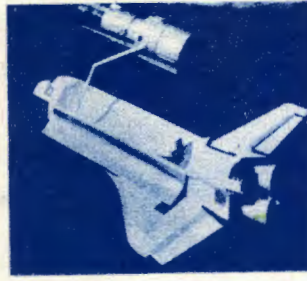
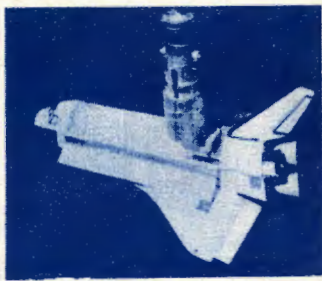
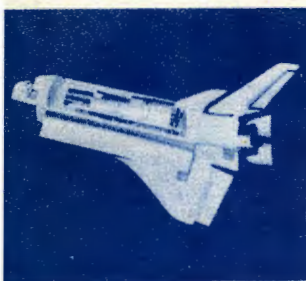


① 太空望远镜的支撑系统



② 太空望远镜的光学系统和传感器





收孔内，转变为电信号，加以处理。

为了在望远镜顶部和底部温差很大的条件下使两个反射镜精确地校直并保持稳定，必须对骨架的热膨胀系数有极严格的要求。当底部温度为 $21.1^{\circ}\text{C}$ 、顶部温度为 $-82.2^{\circ}\text{C}$ 时轴线方向上的尺寸变化不允许超过一英寸的百万分之118。实际研制的结果可能比指标的要求更好，大约达到一英寸的百万分之45。在研制过程中需要把庞大的骨架放入热真空室里进行多次的观察试验和测量。而要量出这种十分细微的偏差也不是件简单的事情。研究人员制成了一种有19个通道的激光干涉仪，可以量出百万分之三的变化。这种石墨环氧树脂骨架不仅热膨胀系数极小，而且重量极轻，仅113公斤，相当于铝结构的60~65%。

主反射镜重达750公斤，靠外围的钛环固定。钛环后面装有聚焦平面结构，用以固定总重约3吨的5部科学仪器，3部精密制导传感器（另加一部备用）和一架具有广阔视野、能观测模糊目标的照相机。

望远镜上的电子设备是使用、操纵和控制望远镜必不可少的。科学数据的处理由一部电子计算机担任。另有一部计算机执行使用维护方面的功能，包括精密瞄准的计算。带式记录器有两部，容量分别为 $10^8$ 位和 $10^9$ 位，各自存储工程数据和科学数据。通信设备是一部C波段转发器和一对高增益天线，可通过跟踪与数据中继卫星给地球转发信息。该系统处理数据的速率略高于每秒1兆比特。

这种太空望远镜有很高的指向精度和稳定度。其制导系统能使望远镜精确瞄准目标，精度不低于0.01弧秒（ $2.78 \times 10^{-6}$ 弧度），并能使望远镜在持续工作期间（可能为30~40小时）保持给定的姿态，其偏移不大于0.07弧秒（ $1.94 \times 10^{-6}$ 弧度），这一误差角度大约相当于我们从北京看相隔600多公里的沈阳上空悬挂着的一盏小灯时指向小灯边缘的两条视线的夹角。常言道，差之毫厘，谬之千里。对于天文观测来说，不能不要求有这样高的精度。望远镜先用恒星传感器作

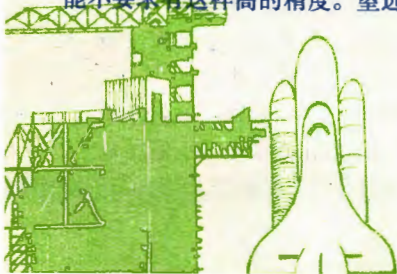
为粗瞄准系统，把设备校直到30弧秒（0.08弧度）的精度之内，然后再用干涉测量型的精确制导传感器校到规定的精度，并加以保持。望远镜控制部件的轮子旋转时，望远镜会发生很大的抖动。要求精确校直就是为了使这种抖动不影响观测结果。

太空望远镜装有太阳能电池板，寿命结束时的额定容量为4千瓦，面积约为90~120平方米。太阳能电池板可以检修，使其输出保持在可以工作的水平上。检修可在轨道上维护保养望远镜时进行，也可在地球上大修望远镜时进行。当望远镜处于地球阴影中时，则用蓄电池供电。太阳能电池板由欧洲航天局制造，该局分享一部分观测时间。

### 怎样自由飞行

望远镜怎样由航天飞机送入太空自由飞行呢？请看图3由左到右的四张照片。

航天飞机到达既定的空间位置后，采取俯冲的姿态，这时舱门打开。望远镜依附于翘起的机械装置，转动 $90^{\circ}$ ，竖立在航天飞机舱中，让地面的操作控制中心予以检验。操作控制中心通过跟踪和数据中继卫星以及望远镜的低增益天线同望远镜联系。航天飞机通过遥控的机械手把望远镜展开，并校正到垂直面上。在检验了通信联络（仍用低增益天线），证明其正常后，航天飞机把望远镜松开，它本身离开望远镜。太阳能电池随之展开，接受地面的检验。高增益天线也随之展开。望远镜利用重力梯度技术保持稳定。随后航天飞机移到护航位置。在对太空望远镜进行轨道检验的这段时间里，主要的瞄准控制系统开始运转，系统中的各种错误得到修正，分系统的性能也经受了检验。于是，可以认为，望远镜已做好准备，可以进行科学观测了。







电子学技术应用于生物医学领域已有较长的历史，随着电子学技术的迅速发展，五十年代出现了生物医学电子学这门学科。

生物医学电子学是一门新兴的边缘学科，它综合运用生物医学和电子学的相应理论、方法和技术来解决生物医学中的有关问题，深入研究生理体的结构、功能和相互关系，并从生物医学中得到启示，促进电子学的发展。

生物医学电子学的内容大致可归纳为以下三个方面。

## 生物体信息检测与生物医学电子仪器

生物体的信息是多种多样的，但基本上可分成两类。一类是生物电信号的检测，如从心电、脑电、肌电、神经动作电位、视网膜电位直到单个细胞的生物电活动等。这些生物电都有专门的仪器加以检测和记录。目前有各种型号的记录仪、心电、脑电的心电图机、脑电图仪。而用以检测微弱信号（几微伏）的高增益、低漂移、宽频带的直流放大器、示波器在生物医学研究和临床使用上都是常规武器。可插入单个细胞的直径小于一微米、内部可灌注导电溶液的微电极、具有极高输入阻抗的微电极放大器也已广泛地应用在电生理的研究中。

另一类是非电量的生物信息的检测，如血压、脉搏、心音、体温、呼吸、脉相、血流量和流速、血液中气体含量（如氧分压、二氧化碳分压等）信息的检测。这类不同的物理化学参数由各种换能器将它们转换成相应的电信号，再进行记录和分析。生物医学中的换能器已作为专门技术在不断研制和发展，各

种性能稳定、使用方便、测量精确的换能器已不断问世。

超声、红外、激光、微波、同位素等许多新技术的发展，为生物医学研究和临床使用提供了有力的武器。

超声诊断仪是用超声的发射和接收来形成超声图象的仪器，它由换能器、发射器、接收器、控制器、显示器等组成。目前超声显像已从一维线条发展到二维平面甚至三维立体和动态显像。由于新型超声诊断仪采用了电子高速扫描方式，因而可以从显示器上观察到内脏的断层影象，实时地观察和记录断层图象的变化。目前多普勒技术、相控阵扫描、超声全息、超声断层显示等技术的发展，为超声诊断开辟了广阔的前景。

由于红外技术的发展，用红外感受器制成的测温计的分辨率达 0.1 度，最小分辨面积为 50 微米<sup>2</sup>。红外分析仪和红外显微镜以及红外照相机等都有产品问世。在利用物质的红外光谱特性进行气体成份分析和物质结构分析方面，红外二氧化碳气体分析仪在生物医学领域得到了广泛应用。

在治疗方面，用红外热效应治疗关节炎、扭伤、冻伤等在国内外早有应用。

红外技术在医学诊断方面的应用更引人注目。生物热图象在临床上可以进行多种疾病的诊断。比较成功的是早期乳癌诊断，准确率达到 98%。热图象诊断仪的基本原理是把人体内组织的温度差异变成图象。近年来，随着红外探测器和电子器件的进展，性能优良的红外扫描器不断提供到临床上应用，特别是热图照相机和计算机相配合的数据分析系统，简化了热图的判断，极大地便利了临床诊断。

同位素技术在生物医学中应用十分广泛，在临床诊断上，脏器显影是常用的方法之一，利用放射性同位素作为标记进行示踪，在生物医学中解决了许多问题。

生物医学中的核仪器大致可分成放射免疫、功能测定、形态诊断和治疗几方面。放射免疫分析仪器主要有多样品自动分析仪、液体闪烁计数器等。内脏功能动态测定主要有多功能仪、甲状腺吸碘功能仪等，形态诊断设备主要有扫描机、 $\gamma$ 照相机等。

激光的特点是能量集中、方向性强、单色性好。目前在生物医学中用的有二氧化碳激光、氦-氖激光、



氩离子激光等。利用激光功率密度高的特点,可用以切割组织或肿瘤,也可治疗某些疾病。激光全息技术已用于生物医学研究中。目前激光生物效应方面的工作较多,但多数尚属探索性的工作。

微波是频率在30兆赫以上的电磁波。在生物医学研究中,微波的生物学效应是主要方面。这些工作探讨了微波辐射对生物体的刺激与抑制作用以及微波辐射对人体治疗与伤害的问题。

电子刺激器和各种治疗仪器在生物医学研究中应用也较广泛。多种读数精确、性能稳定、参数调节又很方便的刺激器广泛地应用在电生理的实验中。心脏起搏器、电催眠器、生物电遥测计、遥刺器、电针仪、分光光度计等多种电子仪器及肌电控制假肢、助听器等等,也都在生物医学研究和临床上使用。

### 信息处理和电子计算机的应用

信息处理基本上可归纳为波形和图象两类,对这些信息进行运算、控制、储存等都属于信息处理的范围。

1. 波形信息处理 典型的波形信息有心电、脑电、肌电、神经冲动的动作电位及用换能器将呼吸、血压、体温等物理化学参数转换成的电信号。计算机根据所制定的程序,对有关信息进行特定的加工,按处理要求输出结果。

在临床上用计算机对心电图进行分析和诊断,特别是对心律不齐的诊断,是计算机在诊断方面用得最多的。

具有快速付里叶变换功能的计算机,可对生物医学研究中的波形信息进行频谱分析,如功率分析等。对脑电波的功率谱分析,可用作分析睡眠情况、诊断疾病。

2. 图象信息处理 图形的图象识别和记录,在生物医学研究和临床应用中非常重要,如病理学、解剖学、细菌学等都由研究图象获得资料。

计算机的图象处理要先将图象通过传感器、扫描器和模-数转换的数字化处理后,再把信息送入到计算机,然后根据特征进行分析处理和分类。计算机的图象处理目前已应用在癌细胞的识别筛选、对血球的分类识别及X光读出等方面。

计算机在图象处理方面,特别是在电子计算机断层扫描图(CT)上获得很大成功,它是X射线发现以来,诊断放射学的又一个划时代的成就,它在脑部显影上用得最广泛。应用CT对脑、肝等扫描检查,能获得这些软组织的剖面图,分辨率很高。不但能灵敏地查出脑瘤,还能显示出中风有否出血症状等,为

治疗提供关键性资料,并具有对病人无创伤检测特点。

在医疗部门,计算机多用于查询病历和病员护理。在现代化医院里,监护病房是引人注目的,特别是ICU(重点病人护理病房)和CCU(心脏病人护理病房)监视很为普遍。每间监护病房的监察设备与中央监察站的荧光屏上可以清晰地看到病人情况,对病人的生命指标连续测量、记录,当病人的生命指标如心电图、心率、血压、体温等发生变化并出现异常时,监察装置立即发出报警信号,并由计算机进行分析诊断,指示应该采取的抢救措施或治疗方案。计算机还可以控制输液、注射药物。许多数据,如病史、体检结果、化验报告等可以贮存在计算机的外存贮器(磁盘或磁带)中,以备查用。计算机还可以控制人工心肺机,在病人可以自主呼吸时,让人工呼吸器停止工作,当自主呼吸慢于某个设定值时,计算机立即控制人工呼吸器强制呼吸,并对病人的呼吸情况进行分析。

计算机在各种实验系统中的过程控制也是十分重要的应用。在生物医学研究和临床应用,对各种仪器设备的要求是多种多样的。如在电生理实验中,要用计算机精确地控制刺激器产生各种特定的刺激,控制微电极按设定的程序自动搜索要检测的生物电信号、精确地插入到预定的位置和深度并提取生物电信号进行分析处理得出结果,还要将不断显示的生物体的各项生命指标(如血压、呼吸等)送入到计算机产生新的指令,以控制刺激器或其它仪器产生动作,使整个实验构成一个自动控制系统,从而大大提高实验的精度和效率,使研究工作得以深化。

计算机的模拟技术也有很多应用,在生物医学研究中,通常把研究的生物对象和研究过程所遵循的规律近似地建立起数学模型,再应用计算机进行研究,这样使实验精度和效率大大提高。

### 生物控制论

生物控制论是应用自动控制的理论和方法来揭示生物体内各部分的相互联系和影响,弄清生物体内的运动规律和矛盾,以探索生命本质的学问。由于生物体是由各部分紧密联系而高度组织起来的整体,在整个生命过程中保持着规律的变化,应用自动控制理论的系统分析方法对生物进行研究,将大大推进生物学的发展。

生物控制论早期的工作是对神经系统中神经元的研究,它用数学的方法来表达神经细胞的作用,建立数学模型,对神经细胞内部的过程和参数进行精确的描述,并模拟其外部功能。以后发展到对神经网络模





# 机敏的警卫员

普遍重视。这是警戒工作的一次技术革命。电子警戒的发展正在出现美好的前景。

## 诱人的魅力

当水箱中的水位超过规定的限度，当热处理工艺过程中温度偏离要求，当暗房里出现细微的漏光，当自动程序控制机床在运转中出现异常现象……一阵急促的蜂鸣器报警声立即引起值班员注意，自动控制系统同时作出处理。

当有人踏入高压危险区边缘，当矿井下的毒气过量，当火灾大难即将来临，当放射性实验中射线泄漏……报警的红灯立即发出危险信号，值班员立即采取应急措施。

当陌生人非法闯入禁区，当歹徒靠近了金库，当盗贼撬开了机要室的门窗……红灯立即闪亮，警铃立即振响。同时，保卫人员从荧光屏上看到了现场。

这闪亮的灯光，这刺耳的警声，既向警卫人员告警，也向“非法之徒”警告。红灯为何突然闪亮？警报声为何突然“拉”响？靠魔力？靠神通？还是靠梦想？不！这是靠机敏的警卫员——电子警戒装置。

电子警戒是电子技术在警戒领域中的巧妙应用。它的特点是灵敏度高，反应迅速，具有极高的准确性、可靠性、客观性以及时间上的连续性。由于近年来半导体和集成电路的发展，电子警戒设备功能日臻完善，应用随之不断扩大。并且，价格下降，安装使用方便。目前，在防盗、防火、防毒、防灾等方面已实现了系统化的全自动电脑控制联合作业。由于电子警戒设备在几乎所有的部门都能帮助或代替人完成各种特殊的安全警戒任务，甚至在某些特殊场合比人更能忠实地执勤。正因为如此，电子警戒深受各界欢迎，引起了

型的研究以及对具有学习和记忆功能的自组织神经网络的研究。

在控制论的研究中，通常把研究的对象称作系统。

人们对视觉系统做了大量的研究工作，其中如眼球瞳孔对光反射系统的控制论研究、人眼聚焦控制论研究以及眼睛颤动、视觉暂留、双眼视觉的研究等等。

对听觉系统的研究，主要是搞清这些系统对声音的识别方法，并建立各种识别声音的模型和装置等。例如对蝙蝠、海豚的“回声定位”机理的研究和模拟。

## 千姿百态

在电子技术日新月异发展的今天，世界各国出现了形形色色的电子警戒设备，其中包括各种各样的报警器、窃听器、电视摄像及电子警棍等。

报警器的形式较多。但它们都是由传感器、逻辑控制电路、报警信号发生器三部分构成。根据传感器的特点，报警器可以分为开关式、感应式、触摸式、振动式、压力式、光电式、声控式、超声波式、微波式、红外线式等。报警器的传感器一旦“感觉”到周围的异常信息，便立即变换成电信号，经逻辑控制电路判断后向报警信号发生器发出工作指令，然后由报警信号发生器发出警报信号，值班员便立即引起警惕，作出处理。

窃听器的种类很多。现在世界上很多警戒机构用它来监视现场的声响，而间谍机关也使用它来刺探情报。窃听器实质上是一种微型发射机，它的体积可以小于一块糖果，甚至小于一颗大米。将它安放在需要警戒的地方，它便可将任何声信息通过无线电传到监视室，从而起到报警的作用。

闭路电视摄像监视系统，通过秘密安装的摄像机将视觉信息传递到管理中心的终端电视荧光屏上，可以有效地监视现场。必要时可以录像备查。摄像机能在低照度下连续工作。这种摄像机从固定焦距镜头到各种遥控变焦距镜头均可配备。最近新发明的固体摄像元件已经可以取代摄像管工作。

电子警棍是新型警械的一种。国外目前使用的警棍有两种：一种是直径为3厘米，长为40厘米的长型

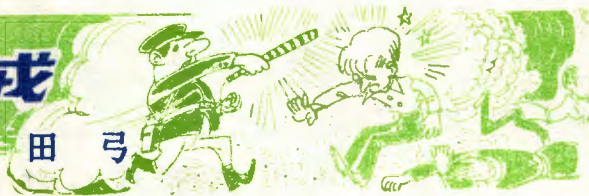
对心血管系统的研究主要有化学感受器反馈回路、脑缺血反馈回路、压力感受器反馈回路等的开环与闭环回路的研究等。

在脑方面的研究工作是大量的，其中有脑的“学习”功能的模拟，“记忆”功能的模拟，但这些网络都是模拟脑的某一方面的局部功能。

综上所述，我们可以看到生物医学电子学是一门与许多学科相互渗透、相互促进的新兴学科。它在我国还处在发展阶段，随着我国电子学和生物医学科学的发展，生物医学电子学这门新兴学科将为我国早日实现四个现代化作出贡献。



# —漫话电子警戒—



田弓

警棍；另一种是直径为2.5厘米，长为15厘米的短型警棍。电子警棍由换能器、电子线路及电池等组成。当启动开关时，警棍就能产生一定的电压，从而制止肇事者的反抗。

形形色色的警戒设备确实是千姿百态的，这里只不过是述其一二罢了。

## 执勤在不同岗位上

近年来，许多资本主义国家的经济上出现了畸形发展的现象。经济形势的恶化，严重的失业导致了偷盗、暴力、抢劫、暗杀和其他犯罪活动的猖獗。社会的不安宁，迫使人们寻求“安全”。要住宅不被盗，要银行不被抢，要商品不致失踪，要少出交通事故……怎么办？最好的办法就是请电子警戒设备——这个忠实的警卫员在不同岗位上执勤。

政府大厦、银行、博物馆、机场等机要部门的防盗、防爆、防火及防止其他意外事故是十分重要的。过去，这些部门的安全警戒基本上依赖于警察或私人侦探巡视、看守。这种警戒，其范围只限于局部区域。并且一般来说，做不到防患于未然。因此，只是消极的警戒。随着科学的不断发展，由电子锁、报警器、通信设施及其他电子警戒设备所组成的一整套安全保护警戒控制系统代替了大量的警察和侦探。在一些机要部门的庭院内秘密执勤的是微波报警器或红外报警器；在重要的门、窗、墙壁上则由开关式报警器担任警戒任务；负责室内警卫工作的一般是超声波报警器或红外报警器；房间内的重要物品如保险柜等，则由触摸式报警器或压力式报警器负责看守。一出现意外，这些报警器便大叫起来。

在家庭生活中，电子警戒对住宅的安全也起着十分重要的作用。要离家旅游，要外出工作，最令人担心的是盗贼趁家中无人而“光顾”。因此，家用电子警戒设备倍受家庭主妇的欢迎。国外家用电子警戒设备花色品种繁多，诸如电子锁、电子门铃、家用报警器、专门自动电话拨号器等，应有尽有。目前广泛使用的自动电话拨号器有磁带式和数字式两种。平时，用户可以把报警时将要向警察局或亲友呼救的内容，用语言或数码的形式记录在磁带、拨号盘里，然后将自动电话拨号器与报警器相连。如果家中受到不速之客“光顾”，报警器在发出警报的同时，启动自动电话拨号器工作，警察局或亲友将会立即接到求救电话。除了防盗报警器外，许多家庭还安装了火灾报警及全

自动灭火设备。这些设备不但可以及早报告火情，而且还可以在消防人员赶到之前，自动切断电源，打开水管，自行灭火。

在交通管理中，电子警戒设备也愈来愈重要。许多国家由于城市汽车拥挤，车祸频繁。近年来，各种各样系统配套的电子警戒设备广泛应用，使城市交通管理大为改观。汽车里普遍使用超速报警器、备用警告闪光信号灯、倒车音响器、防盗器、通信设备等，不但保证了汽车的安全，也有效地减少了车祸。在大城市繁华的路口或重要地段安装上交通管理用的闭路电视摄像监视系统，交通管理中心就能及时地监视现场，对车祸、违章行车等情况就会一清二楚。通过录象还可以将出现的故事重现，以便分析事故原因，总结经验，并追究责任。

在商业系统中，电子警戒避免了大量的偷盗事故。过去，商店防盗的办法，主要是在商品的陈列方面把贵重的商品置于售货员便于照顾之处。有的还通过大型反光镜对商品和顾客进行监视。近年来，由于报警器、防盗器、闭路电视监视系统等设备的出现，为大商店的防盗提供了良好的条件。大型商店通常将一块带有磁性的小金属薄片，隐藏于商品之中或装饰在商标盒上。顾客选好商品付款时，付款处就会将商品处理去磁，从而顺利带出商店。一旦小偷企图“顺手牵羊”，未去磁的商品就会被秘密守卫在出口处的商品扫描监视器“拿获归案”。这种装置无辐射，对人和商品均无损害，已被一些国家中的超级市场普遍采用。

电子警戒不仅在机要部门、家庭、交通管理、商业系统等许多方面发挥着巨大的作用，而且在医疗卫生、邮政管理、工农业生产中以及任何需要监视的地方都用得着它的，甚至连警察的警械也与之打上了交道。电子警棍的出现，使得过去传统的警械大为失色。电子警棍头部能产生五、六千伏的低频高压。如果触及反抗者的面部或其他裸露部位，这种高压就能使之昏倒或暂时失去反抗能力。据有关报道，电子警棍的高压对于穿着冬衣的人，也会使他感到高压的存在，但是，它决不会给人体带来永久性的伤害。

电子警戒已显示出巨大的威力。但是，这项技术的研究及应用，还处在迅速发展过程中。可以预料，随着电子技术的不断进步，电子警戒技术将会不断取得进展。





## 部分电子元件全国质量评比结果

1981年部分电子元件全国质量评比活动于不久前结束, 10项产品获奖单位名单如下:

### 1. 3DG102B 硅高频小功率三极管

- 第一名 石家庄无线电二厂
- 第二名 南京半导体器件总厂
- 第三名 江西井冈山半导体厂
- 第四名 武汉市半导体器件厂
- 第五名 湖南湘潭半导体厂
- 第六名 广东佛山市无线电四厂

### 2. 3DK4B 硅开关晶体管

- 第一名 江苏无锡江南无线电器材厂
- 第二名 上海元件五厂
- 第三名 上海新江无线电厂
- 第四名 石家庄无线电二厂
- 第五名 合肥晶体管厂

### 3. 3DA1B 硅高频大功率三极管

### 第一名 国营北京电子管厂

### 4. 3AD50(B) 锗低频大功率三极管

- 第一名 湖北宜昌半导体厂
- 第二名 苏州半导体总厂
- 第三名 上海无线电二十九厂

### 5. 3AX31C(蓝) 锗低频小功率三极管

- 第一名 南通晶体管厂
- 第二名 天津第二半导体器件厂
- 第三名 鞍山市半导体器件总厂
- 第四名 南京第二晶体管厂
- 第五名 山东沂南晶体管厂

### 6. CT1 型铁电陶瓷电容器

- 第一名 南京无线电元件四厂
- 第二名 陕西咸阳华星无线电器材厂
- 第三名 国营北京第三无线电器材厂
- 第四名 福州无线电元件四厂

### 第五名 上海电子元件二十二厂

### 7. CL11 型涤纶电容器

- 第一名 江苏无锡县无线电二厂
- 第二名 上海无线电六厂
- 第三名 上海电子元件厂
- 第四名 四川成都宏明无线电器材厂
- 第五名 江苏无锡无线电元件八厂

### 8. L16 型、Q9 型高频插头座

- 第一名 陕西洛南华达无线电器材厂
- 第二名 镇江无线电元件四厂
- 第三名 天津无线电元件五厂

### 9. KN3 型、KN6 型钮子开关

- 第一名 上海无线电九厂
- 第二名 贵州凯里华联无线电器材厂
- 第三名 四川绵阳华丰无线电器材厂

### 10. CA30 型液体钽电解电容器

未获奖。(质 平供稿)

## 我国第一台全频道彩色电视信号发生器制成

我国第一台全频道彩色电视信号发生器在上海无线电器材厂试制成功, 并投入批量生产。经有关单位技术鉴定, 主要技术性能接近国外同类产品的水平, 为我国填补了一项空白。

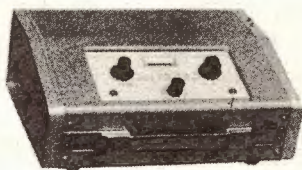
这种 S305 型全频道彩色电视信号发生器, 是发展我国电视工业急需的测试仪器。它系小型便携式, 采用 CMOS 集成电路, 同步信号采用隔行扫描方式, 并增设一组相位补偿微调电容, 使调试方便准确。频道: VHF1~12; UHF13~48。图象信号有格子、圆、竖条、横条、棋盘、垂直灰度、横灰度、四矢量、特殊图、彩带等。该仪器具有测试信号多、功耗低、体积小、使用和携带方便等优点, 不仅可供全频道电视机调试修理用, 还可供电视机研制部门作信号源用。(马云杰)

### 血流图仪制成

广东汕头无线电二厂研制成 XLT-4 型血流图仪, 不久前通过技术鉴定, 符合设计要求, 并经有关医疗单位试用, 效果良好。

血流图仪可供检查测定脑、肢体、心、肝肺等部分和其它脏器的血管机能和血流供应状况, 借以诊断某些疾病。血流图可广泛应用于内科、神经科、外科、职业病防治等临床检查诊断。

XLT-4 型血流图仪可与各型心电图机或心电图示波记录仪配合使用, 描记出血流图形, 是一种无创性检查仪器。



(陈 因)

### 700 型防噪声耳罩

江西吉安红声器材厂研制成功并大量生产 700 型防噪声普及式耳罩。该耳罩具有造型美观、结构简单、重量轻 (300 克)、佩戴舒适、声衰减能力强 (尤其能抗纺织工业生产中的高频噪声)、隔声量大 (达 22dB(A) 以上) 等特点, 可使罩内噪声降到安全噪声界限 85dB 以下, 深受工人的



欢迎。

(赵克勤)

### 镜架型头骨传导助听器

日本松下通信公司研制的 WH-8050 型眼镜架型头骨传导助听器 (见图), 采用埋置在镜架脚内的微音器接收声音, 声音经放大后, 由安装在镜架脚端部的振动片通过耳朵正后方的头骨直接传给内耳。振动片厚 3.2 毫米, 重 4.88 克。该助听器采用一节 MR44 汞电池 (1.35 伏)。电池寿命在声音输出电平为 100dB 时为 165 小时, 120dB 时为 65 小时。这种助听器分男女两款式。



(彦)

### 能长期监护病人的心脏起搏器

美国一家研究所研制成一种心脏起搏器, 它可以对心脏进行长期监视, 辨别威胁生命的心律不齐, 一旦发生这种情况就会产生电振荡, 通过电极输给心脏。它在心房颤动 15 秒后才产生第一个振荡, 以便给心脏自行恢复的机会。如果在这段时间



内心脏不能自行恢复，起搏器就振荡，直到恢复正常心律为止，停振前的最后两次振荡起增大心脏搏动力量的作用。该起搏器用金属钛封装，重255克。用锂电池供电，使用期限为3年。这家研究所还为起搏器研制了附加装置，由病人佩带，可用以记录和存储心电图数据、记录发病次数和起搏器的长期工作特性。（肖翠英）

## 供水定时器

日本 Shinwa Sangyo 公司的供水定时器，可按用户需要自动切断水源。例如，



它能自动停止给花园浇水，防止浴缸水溢出和在漂洗之后停止给洗衣机供水。该定时器控制的水温可达60℃，水压1~8kg/cm<sup>2</sup>，最大定时时间为30分，外形尺寸94×57×58mm，重230克。（彦）

## 可与金属磁带配用的铁硅铝合金磁头

日本 JVC 公司研制成一种由六层坡莫合金铁芯叠片和铁硅铝合金薄片被复层构成的铁硅铝合金记录磁头。这种磁头的最大磁通密度远高于金属磁带的饱和范围，而且具有很高的硬度，可以与金属磁带（对磁头的磨损率比普通带高六、七倍）配用。由于金属带的频响宽、稳定性好、临场感强，所以，装有这种新磁头并配用金属盒式磁带的录音机，其性能大大优于普通录音机。另外，这种磁头也可用来录放普通带。（俞 闻）

## 便携式废气清洁剂

日本松下电池公司研制的便携式废气清洁剂，可用来清除空气中的烟尘和异味物质。清洁剂由催化剂、加热器（将催化剂温度维持在250~300℃之间）和风扇组



成。废气、烟尘和异味物质通过通风柜帽吸入，然后用催化剂还原成二氧化碳和水，再由风扇将无用物质排去。空气洁净率超过95%。该装置尺寸为25×24×38厘米，重约3公斤，耗电量600瓦，每分钟可净化空气200立升。（彦）

## 大功率晶体管组件

日本富士电机公司把两个容量分别为50A、60V和30A、60V的大功率晶体管组装成一体，制成了大功率晶体管组件。这种组件的集电极与金属底座之间互相绝缘，因此可以根据需要把几个大功率晶体管组件安装在同一组散热片上，从而能简化电路结构和散热设计。另外，由于晶体管的发射极、基极和集电极排列在同一平面上，有利于实行焊片接线和缩短连线，因而可以缩小体积、减轻重量和降低成本。这种组件可用于电动机调速控制装置（整流与逆变装置）、计算机不停电电源装置和通信设备电源装置。（刘培贤）

## 手持式非接触电流表

英国一家仪器公司出品的 CG100D 型手持式非接触钳形电流表，能测量直流、交流（400 赫以内）和叠加有交流的直流三



种电流，最大可测电流为200A。测量时，只要将其钳口夹在采用任何非磁绝缘层的被测导体周围，在没有外界干扰的情况下，可以迅速可靠地测出结果。该电流表的手柄上有一个3½位液晶数字显示装置。当钳口离开导体后，读数可以自动保留5秒钟。另外还有一个输出插孔，它能提供与被测电流波形相似的电压读数。（华 韦）

## 能在漫射光下工作的光电倍增管

英国 EMI 工业电子公司推出两种新的光电倍增管。9870 系列光电倍增管采用半球状光电阴极，能在大于2π的立体角内收集漫射光。光窗厚仅2.5mm，呈曲面状，因而强度高，并能减少玻璃中寄生信号的捷连科夫效应。规格有1、2、5、8和13英寸（直径）多种。这种光电倍增管可以用普通窗式管不能用的光源工作。9900 系列

光电倍增管采用铯-铯光电阴极，与普通双碱光电倍增管相比，绿光灵敏度提高50%，蓝光灵敏度提高20%。蓝光灵敏度高可改善脉冲幅度分辨率，绿光灵敏度高可改善计数效率。



（双 木）

## 带微处理器的温度计

英国 Kane May 公司生产的 KM 10000 型手持式数字温度计，由于采用了微处理器而具有如下特点：显示温度可以进行摄氏（℃）和华氏（°F）变换，能存储最大或最小温度值，还能自动计算并显示出探头温度减去存储温度的结果。摄氏读数分辨力在-200~+200℃范围内为0.1℃，其余均为1℃。在整个测量范围内，华氏读数的分辨力为1°F。读数精度在-213~1820℃内为±0.2℃±0.1%。10mm 液晶显示器用来显示温度和工作方式，当通过连续自检发现某种故障时，它还能提供数字编码信息。当温度超过热电偶的工作范围、热电偶损坏和错误执行温差功能时，该温度计可以自动报警。（华 韦）

## 电子警戒器

下图这种电子警戒器由一个发射机和一个接收机组成。接收机可以放在衣袋或钱包里，发射机安装在行李或皮包中。当两者之间距离达到1.5~2米时，接收机就会自动发出报警信号提醒主人，防止贵重物品被盗或遗忘。若将发射机放在儿童身上，还可以防止其在人群拥挤的地方走失。这种警戒器是多频道的，互相干扰的可能性很小，因此在繁华地区使用也十分可靠。

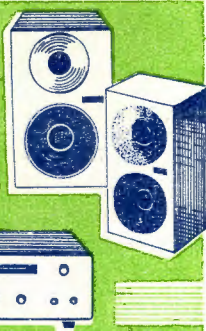


（徐阿娣）



# BTL 功率放大器

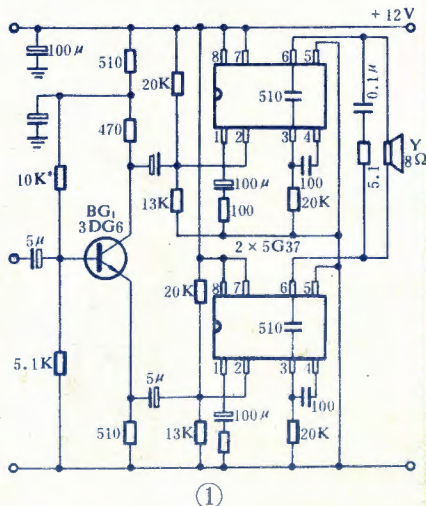
熊人宽



BTL (Balanced Transformer-Less) 功率放大器又叫桥接推挽放大器。它可以在电源电压较低 (6~12V) 的情况下, 获得优美的音质和大的输出功率, 是目前音频功率放大器设计的一个新发展。在国外已十分流行, 在国内由于集成器件的迅速发展, 集成功放电路的出现 (如 SL36, SL38 等), 为 BTL 的使用提供了方便的条件。所以说, 它是很有前途、值得推广的一种新型功率放大器。

## 一、BTL功放的特点

如图 1 所示, 它是由两块集成电路 5G37 组成的 BTL 功率放大器, 其特点是: ①输出功率大。在同样电源电压和负载的条件下, BTL 比一般 OTL 电路输出功率大。②由于输出和负载直接耦合, 所以频响好、保真度高。而且由于集成器件的一致性, 能够保证两功放器件输出端直流电位始终相等, 因此, 工作中没有直流电流通过负载。③只需一组电源, 这比需正负两组电源的 OCL 电路优越。④能够较好地消除功放本身的偶次谐波失真。当两集成功放增益不同或输出中点电位偏离  $V_{cc}/2$  时, 就单臂来看, 可能出现明显失真, 但总的输出波形失真并不大。⑤安装调试方便。对于小型多声道、立体声放大器来说, 各声道一致性易于满足。⑥由于目前生产的集成功放器件输出功率小 (多在 10W 以下), 高频特性、音频互调失真、



瞬态互调失真等指标还不够理想, 这是集成 BTL 电路的缺点。

## 二、输出功率、负载阻抗及电源电压的选择

因集成功放器件饱和压降大 (约 1~4V), 为了提高电压利用率, 在可能情况下, 最好把电源电压选得高一点。采用电池供电时, 还必须考虑到使用过程中电压下降的影响。例如采用  $2 \times 5G37$  的集成功放器, 当要求输出功率大于 1W 时, 选用两种电压方案对比列于下表:

	负载阻抗	电源电压	不削波输出	电压下降 1/3 时的输出
第一方案	8Ω	9V	1.4VA	0.6VA
第二方案	4Ω	6V	1.0VA	<0.3VA

可以看出: 第二方案在电压下降时, 输出功率急剧下降, 不如第一方案。如果必须使用 6V 或更低电压时, 应该选用专供低电压使用的器件 (如 SF401, SL35, SL36 等)。

从原理上说, 当电源电压不变时, 随负载阻抗  $R_L$  减小, 功放电流成反比增大, 输出功率也相应增大。但  $R_L$  减小是有限度的, 其原因是: ①集成器件最大工作电流有一定限制, 它不能随  $R_L$  减小而无限地增大。②OTL 集成功放电路的内阻  $R_{in}$  较大 (约 1~3Ω), 接成 BTL 后, 内阻比 OTL 增大将近一倍, 这样, 当  $R_L < R_{in}$  时, 放大器大部分功率都将消耗在内阻上。

由此可见, 不适当地降低负载阻抗, 不但不会增加输出功率, 反而增加了电源消耗, 使放大器效率降低, 失真增大。而且由于负载阻抗的减小, 使放大器对喇叭的阻尼变小, 也影响喇叭的放音质量。

## 三、倒相电路

BTL 功放器必须要有倒相电路。常见有如下三种形式: ①集-射分割式倒相电路: 如图 1 所示, BG1 的射极输出阻抗小, 集电极输出阻抗大, 一致性稍差, 但这对于输入阻抗较高的集成器件来说影响很小。这种倒相电路使用零件少, 噪声、失真都较小。②自倒相电路 (图 2): 它是把第一级集成功放的输出信号, 通过电位器 W 和耦合电容加到第二级集成功放的反相输入端, 调节 W, 可使第二级集成功放的放大倍数等于第一级集成功放的放大倍数。这时, 两块集成电路输出幅度相等, 效果最好。这种倒相电路, 第一级功放中的固有噪声、相移和失真, 均和有用信号一起输入到第二级功放中, 因此, 总输出中噪声、失真都较



# 分频器的设计与制作

杨定军 苏 声

音箱用的分频器一般分为LC型无源网络和RC型有源网络两大类,本文仅就前者的作用、原理和设计等作一介绍。

## 一、分频器的作用

1. 保护高音扬声器。由于扬声器振膜的振幅与输入电信号的频率的平方成反比,所以频率越低,振幅越大,扬声器受到损害的可能性越大。但是,高音扬声器不能有较大的振幅,为保护高音扬声器重放高音声波而不致被低音电信号破坏,必须具有能滤掉低音电信号的高通滤波器。

2. 减小扬声器相互之间的声波干涉。对于两频道音箱来讲,我们希望低音、高音扬声器分别重放低音、高音声能,以避免各个扬声器发出同一频率的声波在放声空间中产生相互干涉。这样,可以减小失真,改善音质,故必须要有如滤波器类型的装置。

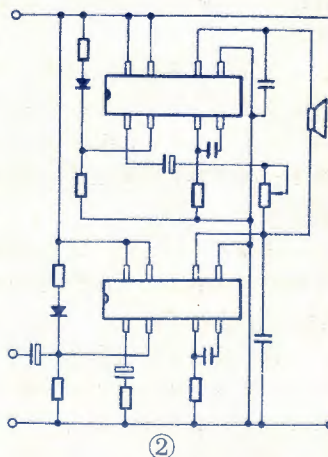
## 二、分频器的基本原理

分频器是滤波器的一种,它又叫做分频网络或交叉网络。分频器输入端接在功率放大器的输出端,而分频器输出端将有两组以上的接线端,分别接在高、中、低音扬声器上。

大,稳定性也差些,但电路简单,不增加什么零件。集成器件SL36,SL38等都是为这种倒相电路设计的。③差分放大倒相电路(图3):这种单端输入、双端反相输出的差分电路,倒相质量最高。具有输入阻抗高,信号一致性好,噪声、相移、失真都很小,增益大的优点。但对晶体管要求较高(要求差分对管),需要零件较多。一般用于质量要求较高的电路之中。

## 四、偏置电路

5G37, SL37 这类集成器件需外接偏



对于两频道音箱来说,其分频器一般由高频通路和低频通路两部分组成。高频通路对高音扬声器的作用好象加接了一个高通滤波器,只有高于某一特定频率 $f_c$ (分频频率)的功放输出音频电信号才能通过它,而低于 $f_c$ 的其余音频电信号都将被拒之高音扬声器之外(实际上被分频器的低频通路传输到低音扬声器上)。实现这种高频通路功能的具体电路有图1(a)、(b)两种。

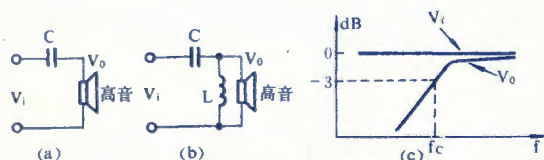
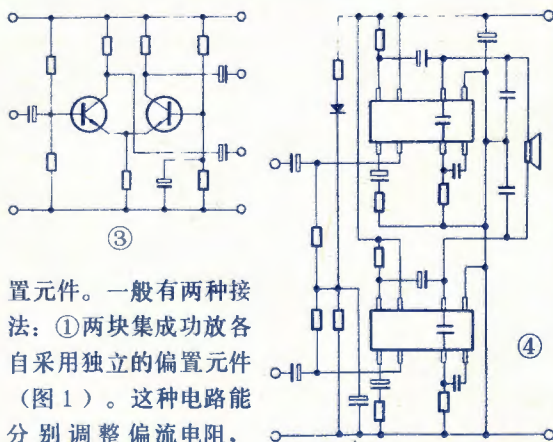


图1 分频器高频通路

图1(a)即是所谓的单电容式高通通路,它是一种最简单的分频电路。图中 $V_i$ 表示以频率为函数的信号电压, $V_o$ 是通过电容 $C$ 传输到高音扬声器上的音频信号,由于电容 $C$ 的容抗 $X_c = 1/\omega C = 1/2\pi f C$ ,即与信号的频率 $f$ 成反比,而高音扬声器的阻抗值在某一频段可近似看作一个不随频率变化的电阻 $R_o$ ,且 $V_o = \frac{R_o}{\sqrt{R_o^2 + X_c^2}} V_i$ ,所以如果 $V_i$ 幅值不变而只改变频率,



置元件。一般有两种接法:①两块集成功放各自采用独立的偏置元件(图1)。这种电路能分别调整偏流电阻,使输出端直流电位等于 $V_{cc}/2$ 。当集成器件的一致性差时,调整比较方便。②两集成功放共用一组偏置元件(图4)。如果所使用的集成功放器件一致性好时,多采用这种电路。(未完待续)



$V_o$ 的幅值却会随信号频率的下降而减低,但频率高于 $f_c (=1/2\pi CR_o)$ 的信号可基本上保持幅值不变,如图1(c)所示。显然,频率 $f > f_c$ 的一切信号都能通过C而到达高音单元,而频率低于 $f_c$ 的信号幅值,将会随频率的下降而减小。频率减低一倍,加在单元上的这个频率的信号电压会减小一倍,即每倍频程下降6dB。

图1(b)是由两个元件组成的高频通路,由于电感L的感抗 $X_L = 2\pi fL$ ,即与频率成正比,且与高音单元是并联的,所以当信号频率下降时, $X_c$ 会增高, $X_L$ 会下降,结果使分压 $V_o$ 值会随频率更快的下降,即可达每倍频程下降12dB。也就是说,可更有效地阻止低频信号到达高音单元,使分频效果更好。

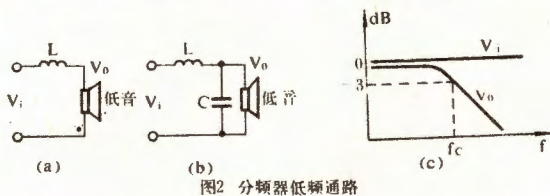


图2 分频器低频通路

图2是几种低通电路。图2(a)的电感L的感抗 $X_L = 2\pi fL$ 是正比于频率的,因此当 $f$ 增加时, $V_o$

( $V_o = \frac{R_o}{\sqrt{R_o^2 + X_L^2}} V_i$ )则按每倍频程6dB的斜率下降,如图2(c)所示。这样,高频信号无法到达低音单元,而只能到达高音单元,这就避免了在低音单元上消耗电功率,同时也不会干涉高音单元发出的高频信号。当然,因为低音单元的功率余量一般较大,不怕高频信号窜入,故在一般电路中单电容分频器的L是省去的(见图3)。这时上述优点不复存在,且在 $f_c$ 之上放大器的负载阻抗变成 $R_o/2$ (因为等于高音单元和低音单元并联接至功放),在 $f < f_c$ 之频段的负载阻抗仍为 $R_o$ ,即给阻抗匹配带来一定的困难,唯一的好处是简单经济。

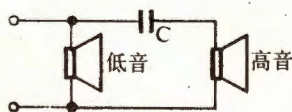


图3 单电容式电原理图

与高频通路一样,当在低频通路中采用二个元件时如图2(b),由于随着频率的增高, $X_L$ 会上升,而C的 $X_c$ 会下降,所以分压 $V_o$ 值会更快地随频率而下降,一般可达每倍频程12dB的下降率,这样可加强分频效果,使高低音交接更加利索。

分频器串联式与并联式在使用上并无多大差别,读者可用上述方法对串联式作类似的定性分析,这里

不再赘述。

### 三、分频频率的选择

电动式纸盆扬声器的共振频率(也称谐振频率),主要由纸盆的折环的材料和工艺因素而控制。在纸折环的情况下,一般是口径越大,共振频率越低,重放低音的状态越好。但大口径扬声器在重放高音时,高音声波将集中在扬声器轴线上,高音声波在放声空间呈现不均匀状态。为使高音声波在各个方向上尽量均匀,必须减小扬声器的口径。在确定分频频率(又叫交叉频率)时,应从上述两个因素考虑之。表1为纸盆扬声器的高频界限频率和共振频率值。

表1 纸盆扬声器的高频界限频率和共振频率

类别	标称口径 (cm)	均匀指向性的高频界限频率 (Hz)	扬声器共振频率的范围 (Hz)
高音扬声器	5	约为 12000	300~4000
	6.5	约为 9000	300~3000
	8	约为 7000	200~1500
中音扬声器	10	约为 5000	约为160~220(纸边)
	13	约为 4000	约为140~180(纸边)
低音扬声器	20	2000~2500	60~100(纸边)
	25	1500~2000	40~80(纸边)
	30	1000~1500	35~70(纸边)
	38	900~1100	25~50(纸边)

分频频率的选择,应小于高音扬声器的高频界限频率,而大于高音扬声器的共振频率,最好能小于低音扬声器的高频界限频率,如不能满足时,应尽量接近。

分频频率的选择,应结合电感和电容元件的实际情况考虑之,例如分频器所采用的金属化纸介电容器取0.47 $\mu$ F、1 $\mu$ F、2 $\mu$ F、4 $\mu$ F等标称值,那就必然限制了分频频率的精确选择,但在音质上并不会造成显著的差别。

分频频率的选择,还应据组合后的扬声器箱的频率响应曲线的实际情况作适当调整,在业余条件下只能凭经验进行了。

如低音扬声器选用20厘米(8英寸)纸盆扬声器,高音扬声器选用6.5厘米(2.5英寸)的,那末分频频率可取2500赫左右。

如低音扬声器选用30厘米(12英寸)纸盆扬声器,



中音扬声器选用13厘米(5英寸)纸盆扬声器,高音扬声器选用6.5厘米或5厘米(2英寸)纸盆扬声器,则低、中音分频频率可选为1300赫左右,中、高音分频频率选为5000赫左右。

#### 四、分频器的设计

1. 单电容式 其电原理图如图3所示,电容C的计算公式如下:

$$C = \frac{1}{2\pi f_c R_o}$$

式中 $f_c$ 为分频频率,单位是赫; $R_o$ 为高音扬声器的标称阻抗,单位是欧; $C$ 为分频电容,单位是法。

2. 常用分频器 常用分频器的电原理图如图4所示,电容C、电感L的计算公式有:

$$C_1 = \frac{1}{2\pi f_c R_o}$$

$$C_2 = \frac{\sqrt{2}}{2\pi f_c R_o}$$

$$C_3 = \frac{\sqrt{2}}{4\pi f_c R_o}$$

$$C'_1 = \frac{1}{2\pi f'_c R_o}$$

$$L_1 = \frac{R_o}{2\pi f_c}$$

$$L_2 = \frac{\sqrt{2} R_o}{2\pi f_c}$$

$$L_3 = \frac{\sqrt{2} R_o}{2\pi f_c}$$

$$L'_1 = \frac{R_o}{2\pi f'_c}$$

式中, $f_c$ 是低音扬声器和高音扬声器的分频频率,在三频道时为低音和中音的分频频率,以赫为单位; $f'_c$ 为三频道时的中音和高音的分频频率,以赫为单位; $R_o$ 是低音、中音和高音三种扬声器的标称阻抗,以欧为单位; $C_1$ 、 $C_2$ 、 $C_3$ 、 $C'_1$ 为电容,以法为单位; $L_1$ 、 $L_2$ 、 $L_3$ 、 $L'_1$ 为电感,以亨为单位。

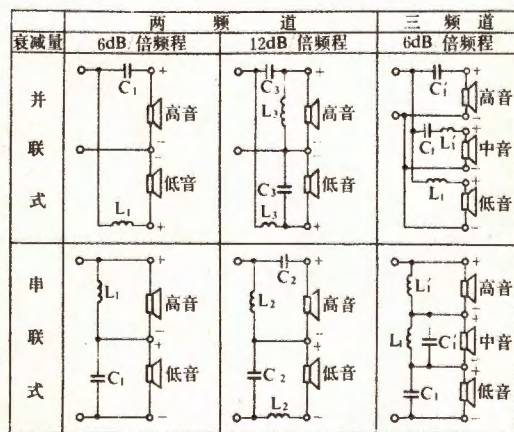


图4 常用分频器的电原理图

值得注意的是:①扬声器的+、-符号表示接线端极性;②电容器应采用适用于交流信号的金属化纸介电容器,如CJ型或CZJD型。

#### 五、分频器的制作

1. 单电容式 电容应选某一标称值的金属化纸介电容器,也可以用两个电解电容器如图5所示那样连接而代替之,如电解电容器的容量为 $C'$ ,则对接后的总电容为 $C'/2$ 。

如选用阻抗为 $8\Omega$ 的6.5cm(或8cm)高音扬声器,选两个耐压16V、 $10\mu F$ 的电解电容对接,分频频率在4000Hz左右;两个16V、 $15\mu F$ 的电解电容对接,分频频率在2700Hz左右;两个16V、 $22\mu F$ 的电解电容对接,分频频率可达1800Hz。

2. 两频道分频器 参看图4所列两频道6dB/倍频程的电路,如 $C_1$ 由两个16V、 $15\mu F$ 的电解电容器对接,即 $C_1 \approx 8\mu F$ ,选扬声器阻抗为 $8\Omega$ ,则分频频率 $f_c \approx 2500\text{Hz}$ ,由上述公式算得 $L_1 \approx 0.5\text{mH}$ 。

电感可找如图6所示那样的线轴(例如天津制线厂生产的机线用木轴),用 $\phi 0.75 \sim \phi 0.8\text{mm}$ 的铜漆包线密排绕或乱绕(顺时针方向)210匝,电感量约为 $0.5\text{mH}$ ,电阻约为 $0.6\Omega$ 左右。这样获得的电感和电容即可装配成一个分频器。

3. 简易三频道分频器 按图4所列三频道的并联式或串联式分频器设计并制作。如三个扬声器的阻抗均为 $8\Omega$ , $f_c$ 选为2500Hz,则 $L_1$ 为 $0.5\text{mH}$ 左右, $C_1$ 为 $8\mu F$ 左右,按上述数据制作即可。 $f'_c$ 选为5000Hz,则 $C'_1$ 为 $4\mu F$ ,可将两个 $C_1$ 对接而得, $L'_1$ 为 $0.25\text{mH}$ 可用 $\phi 0.75 \sim \phi 0.8\text{mm}$ 的漆包线在上述木轴绕140匝而得,电阻约为 $0.3\Omega$ 左右。

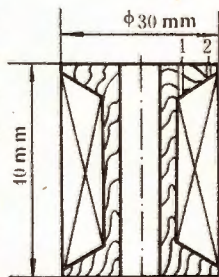


图6 电感结构示意图

如果有能测量电感数值的交流万用电桥(如WQJ-1型精密万用电桥),设计和制作电感就更方便了。此时,可对照图4,根据设计公式和实际情况设计并制作出合乎要求的分频器。

4. 扬声器极性的确定及接线 将一节1.5V直流电池瞬时接到扬声器的接线端,如纸盆向外运动,则接电池正极的接线端为正。或者用一个万用表,置于测直流电流的微安档,将两个表笔接到扬声器接线端,用手轻轻按纸盆,使纸盆向下运动(应注意勿将扬声器损

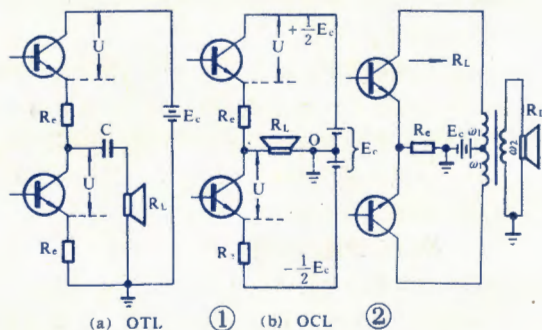


# 谈谈 周学 扩音机的输出功率

现在装制的半导体扩音机，大都采用无输出变压器的乙类推挽电路，例如OTL、OCL电路等。对于它的输出功率大小是同所加的电压及其负载阻抗（即扬声器阻抗）有关的，可用下面的简单公式表示：

$$P_o = \frac{U^2}{2R_L} \quad (1)$$

式中， $P_o$ 为放大器能输出的功率， $U$ 为功放管实际所加的电压， $R_L$ 为扬声器的阻抗（见图1）。为了便于估算，常用电源直流电压 $E_c$ 来代替 $U$ 。由图1可知，不



论是OTL或OCL电路，每只功率管的供电电压仅分到 $E_c$ 的一半，即 $E_c/2$ ，于是式(1)变为：

$$P_o = \frac{(\frac{1}{2}E_c)^2}{2R_L} = \frac{E_c^2}{8R_L} \quad (2)$$

但是，由于管子内部有饱和压降，发射极电阻上也有压降以及两只管子性能不对称等原因，以致真正加到管子上的有效电压 $U$ ，要比 $E_c/2$ 低，而且两管的电压不能完全均分，计算输出功率时只能按较低的那只管子的电压求出。因此，实际加到管子上的有效电

压大约只有 $E_c/2$ 的百分之八、九十了。于是在式(2)右边需要加一个小于1的系数 $k$ ，即

$$P_o = \frac{kE_c^2}{8R_L} \quad (3)$$

由实践经验得 $k$ 约为0.6~0.7左右。

按照这个公式，我们可以选择电源电压和扬声器阻抗来得到所需的输出功率了，即电源电压愈高，扬声器阻抗愈低，则输出功率愈大，反之亦然。

然而我们知道，扬声器的标称阻抗的系列只有4Ω、8Ω、16Ω等几种，市售常见的多是8Ω，这样一来，式中的 $R_L$ 变化的余地并不大，而主要靠变换电源电压 $E_c$ 了。因此，我们可将公式(3)改变一下，即

$$E_c = \sqrt{\frac{8P_oR_L}{k}} \quad (4)$$

举个例子来看，设输出功率 $P_o$ 要求10W，扬声器阻抗 $R_L$ 为8Ω，设 $k=0.7$ ，则

$$E_c = \sqrt{\frac{8 \times 10 \times 8}{0.7}} \approx 30V$$

即OTL电路所需的电源电压为30V，而OCL电路有中心点，也可用±15V表示。

在使用输出变压器的乙类放大器中的情形则与上述的不同，因为在这里扬声器的阻抗 $R_L$ 不是功放管的直接负载，而是通过变压器转换成另一个阻抗了（见图2），这样，管子的实际负载变成：

$$R_L' = \left(\frac{W_1}{W_2}\right)^2 R_L$$

式中 $W_1$ 为变压器初级的一半圈数， $W_2$ 为次级圈数。

同时，加到每只管子的电源电压不是 $E_c/2$ 而是 $E_c$ ，因此公式(3)相应地变成：

$$P_o = \frac{kE_c^2}{2\left(\frac{W_1}{W_2}\right)^2 R_L} \quad (5)$$

将式(5)与式(3)比较一下，显然在同样的输出功率下，带变压器的放大器可使用低一些的电源电压，而且由于变压器的变比可以调节，相当于扬声器的阻抗可以任意改变，这就为设计输出功率提供了较大的方便。但因在大功率运用时，使用输出变压器将带来许多麻烦，所以现在几乎都不用这种放大器了。

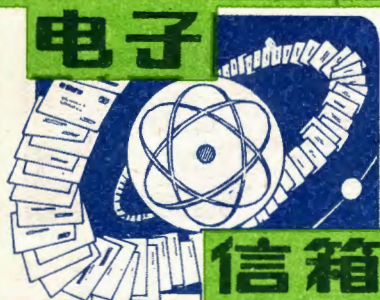
由上可知，在图1与图2的常规放大器中，用(3)和(5)两个简单公式，便可以灵活处理输出功率、电源电压和扬声器阻抗这三者之间的关系，进行设计和制作。

至于需要多大的扩音机输出功率，这是另外的一个问题，需要根据用途来定。例如便携式半导体收音机，输出功率一般在1W以下，小型台式〔下转第21页〕

坏)。如电表指针顺时针方向摆动，则黑表笔所接扬声器端为正，如逆时针方向摆动，则黑表笔所接端为负。一般情况下，在将高、中、低音扬声器接到分频器上时，应按图4所示的极性连接。也可以交换扬声器的两个接线头，对实际放音效果进行比较，取个人认为音质较好的接线位置。



# 电子



## 信箱

1. 山西太原王建新等问 最近我自绕了一个220伏/8伏的电源变压器,装在稳压电源上,虽然输出电压正常,但用不了几分钟就发烫了。这个变压器的铁心截面为 $5\text{cm}^2$ 左右,初级经计算要用 $\phi=0.07\text{mm}$ 左右的漆包线绕制,因没有此线,就用了 $\phi=0.33\text{mm}$ 漆包线绕了1100圈,照理线径粗了,变压器更不易发热,不知这是为什么?

答 只要变压器铁芯窗口能容纳下,各绕组漆包线的直径可以用得比计算值粗些。但是“每伏匝数”不能减少,否则变压器的感抗太小,电流太大,容易发热甚至烧坏。上述问题就出在“每伏匝数”太小上。求“每伏匝数 $N_0$ ”的公式为 $N_0=450000/(B \times S)$ ,式中 $B$ 为硅钢片的饱和磁通密度,单位为高斯(一般优质片 $B=11000\sim 13000$ 高斯;中等片 $B=8000\sim 10000$ 高斯;劣质片 $B=6000\sim 7000$ 高斯), $S$ 为铁芯截面,单位为 $\text{cm}^2$ 。你绕的变压器,如 $B$ 取8000高斯,则 $N_0$ 应为11.3匝左右,可取11或12匝。这样,初级圈数应为: $220 \times 12 = 2640$ (匝),与你所绕的1100圈要相差2倍多,显然变压器就发烫了。

2. 山东张店李存太、王培清等问 我买了一台日本进口收录两用机,在收音时,调频段能收到电视台文艺节目的伴音,但收不到电视大学的播音,为什么?是否收录机有故障?

答 我国电视广播中的伴音虽然是采用调频制发送的,但由于1~12频道电视信号的频率范围很

宽(48.5~223兆赫),而世界大多数国家调频广播的频率使用范围为88~108兆赫左右,因此用调频收音机或收录两用机通常只能接收伴音载频为91.75兆赫的5频道伴音信号。如当地电视台不用5频道,则就无法收到伴音信号。你提到的电视大学播音就是因为不用5频道播送,所以不能收到。另外,在波兰等一些东欧国家中,调频广播的频率范围是65.5~75兆赫左右。如果这些国家生产的调频收音机放在我国,就只能接收到第3频道的电视伴音(72.25兆赫),连调频台的播音也无法收到。

3. 广西南宁沈小宁等问 我厂的两台匈牙利20英寸电视机使用半年后全部发生了无声故障,经查都是喇叭纸盆上的引线断了,这是为什么?怎样减少和避免发生这种故障?

答 产生这种故障的主要原因是:①喇叭引线弹性太差或安装不良而减弱了弹性,这是喇叭本身的质量问题。②喇叭经常处在大音量超功率状态下工作,如果电视机放置环境太潮湿,就容易霉断喇叭引线。对于这点可通过控制音量和改善电视机放置环境来减少和避免发生这种故障。

4. 安徽蚌埠张承宗、合肥米加荣问 在检修一些国外电子仪器和电视机时,常见一些象图片瓷介电容器一样的零件,如图所示。不知元件上标注的字母和数字表示什么?请协助解答。



答 这些元件是电容器,主要由欧洲一些国家生产。电容器上的标注方法与我国不同。一般大多数以3位数字来表示电容量的值,而

在第3位数字后面常常跟着表示误差的字母。从左向右数起,第1、2位数表示容量的有效数位,第3位数表示有效数位后所跟的零的个数,容量的单位是微微法。误差字母的意义为: $D = \pm 0.5\%$ (如容量小于10微微法,则表示 $\pm 0.5$ 微微法), $F = \pm 1\%$ (容量小于10微微法,则表示 $\pm 1$ 微微法), $G = \pm 2\%$ , $J = \pm 5\%$ , $K = \pm 10\%$ , $M = \pm 20\%$ , $N = \pm 30\%$ , $P = \pm 1^{00}\%$ , $S = \pm 50\%$ , $Z = \pm 80\%$ 。

例如,你们画来的几个电容器中,图1是 $10 \times 1000 = 10000$ 微微法,误差 $\pm 10\%$ 的电容器,“SP”是厂标;图3是 $10 \times 10000 = 0.1$ 微法,误差 $\pm 20\%$ 的电容器等。

有时,这种电容也用2~4位数字加上1个或2个字母来表示容量和误差。如图4表示100千微微法即0.1微法( $n$ 表示千微微法),误差 $\pm 20\%$ ,耐压为16伏的电容。在这种标注法中,除了字母 $n$ 和误差标注法与我国不同外,其它如PF、 $\mu\text{F}$ 、MFD等均相同。另外有些电容直接用不标单位的数字来注值。对电解电容和大容量电容,单位为微法,如图5表示为0.3微法,误差 $\pm 20\%$ 。对几百微微法以下的小电容,单位为微微法。

5. 上海闵行钟善良等问 我单位的一台上海701收录二用机在使用时磁带上的磁粉常粘在录抹音头和主导轴上。用酒精清除后,用半个多小时又粘上了,严重影响录音效果,未知何故?

答 产生这种现象的原因以磁带本身质量不好和磁带受潮、热气侵蚀后性能变劣等多见。通常磁带应防止受潮,尽量与热源隔开存放和使用,否则磁粉就易脱落和粘到录、抹音头和主导轴等上去。有些磁带年代已久、质量欠佳的,应停止使用。

(元 源)



## 自动电平控制电路

刘宪坤



自动电平控制电路也叫 ALC(英文 Automatic Level Control 的缩写)电路。其作用是防止大信号时录音放大器或磁带产生过荷失真。我们知道,盒式录音机一般都是携带式的,体积不大,电源电压不高,故电路动态范围不大,而盒式磁带的动态范围一般只有 55dB 左右(以基准带而论),最高记录磁平约 +1dB。但是,经常作为录音对象的音乐的动态范围,则多在 80dB 以上。如果要想把最弱音也能录出来(不被磁带噪声淹没),那么强信号必然会使电路和磁带产生严重的饱和失真。因此必须采取措施,对于超过电路或磁带动态范围的强信号进行动态压缩。常用的就是自动电平控制电路。

## 1. 与收音机、电视机中 AGC 电路的异同

众所周知,在收音机和电视机中都有自动增益控制(AGC)电路,其作用是:①使远程和本地的强弱不同的电台,都能在检波输出后产生大小差不多的音频或视频信号;②减小因电离层反射而引起的衰落现象,使短波电台的输出相对稳定,从而改善收听效果。方法是从检波输出中引出直流信号去控制中放级的增益,使之随信号增强而降低。因为一个电台的射频功率是不会随时变化的,故对 AGC 电路在动特性上没有什么特别的要求,一经调好某电台后,电路总增益就固定了。但在录音机中则不同,本质上也是控制录音电路的总增益,故也有人称为 AGC 电路。ALC 电路是对要录音的音频信号起作用,当一个可能引起过荷的强音来到时,控制电路必须迅速有所反应,通过降低前级增益或在前级某处将信号旁路的办法压低到达后级的电平,而等到强音过去后,对于弱音又要逐步恢复原来的高增益,以保证足够的录音电平。因而,在起动和恢复时间上有一定的要求。

另外,接收机 AGC 电路的控制特性,压缩得越平越好,如图 3-1 的曲线(a)所示,这样对强台和弱台都能得到同样大小的音

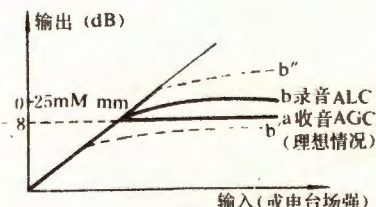


图3-1 录音ALC与收音AGC特性的比较

量。且可完全克服短波的衰落影响。但是录音机的 ALC 电路则不允许这样做,而必须使控制特性曲线(b)保持适当的倾斜度,否则,如象(a)那样,将会使抑扬顿挫的音乐完全失去层次感。

## 2. 关于控制范围

ALC 的控制效果,除了压缩比以外,还与从多大电平起控有关,即与图 3-1 中曲线(b)的拐点位置有关。若控制得过早(如图中 b'),则对一般信号的平均录音磁平很低,录放信噪比就很差。反之,若象 b'' 那样,控制太晚,则大信号时虽经大幅度压缩,仍会使普通磁带达到磁饱和,造成严重失真,这就失去了控制的意义。因而必须根据客观需要和可能适当设计控制曲线斜度和起控点。

如前所述,ALC 电路的主要作用是使动态范围不大的盒式磁带能尽量适应音乐的动态范围,即使在强信号下磁带也不致因磁饱和而严重失真。至于电路,一般总要设计得比磁带最大录音磁平留有一定余量,故在此可不考虑。

现以普通带(Normal tape)的基准带为准,来看看控制范围的选择问题。这种有代表性的磁带最高记录磁平一般为 0 ~ +2dB,信噪比为 55dB 左右。所以要想用这样的磁带容纳动态为 80dB 的音乐,必须压缩 25dB 以上。以话筒为例,一般 0.25mV 是普通话筒的额定输出,考虑到强信号在这之上还要增大 30dB。设这时允许磁带录到 25mV/mm(0dB),我们想用 ALC 电路将这 30dB 的动态范围压缩到 6dB,即压缩 24dB(15.8 倍)。如以磁平为基准,通常大约在 -8dB 左右开始控制,这时输入电平大约在 0.25mV 左右。这样对于信噪比可达 50dB 的高级录音机来说,差不多可以容纳 74dB 的音乐动态范围。但对一般信噪比 35dB

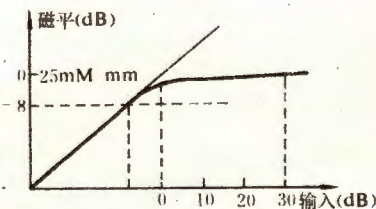


图3-2 ALC控制特性

左右的低档机而言,实际动态范围只有 59dB。

现在市面上出售的多数进口机器,起控点都在 -10dB(磁平)左右。若起控点





太低，必然是牺牲了信噪比又浪费磁带的动态范围。录音机 ALC 控制特性见图 3-2。

### 3. 动 特 性

所谓动特性，就是指 ALC 电路的起动时间和恢复时间。起动时间一般是指从加上输入大信号到电路开始起控制作用的一段时间。起动时间一般要求较短，以防止强信号时开头部分过载。但太短了，也容易受窄脉冲干扰。一般认为以几百毫秒为宜。

恢复时间是指强信号撤消后，ALC 电路恢复到不起作用所需的时间。这个时间不能太短，否则，对于起伏较大的信号，当强信号过去后，电路增益立即恢复，致使录音信号失去层次。而且电路噪声也将随着信号大小（增益大小）而变，形成所谓噪声“喘息”现象。若恢复时间太长，当信号强弱相间时，对弱信号，电路增益仍很低，致使弱信号记录磁平很小，得不到应有的录音效果。关于恢复时间，各种机器出入很大，一般为 20 秒~1 分钟。

### 4. 几种常用的 ALC 电路

盒式录音机用的 ALC 电路，有控制工作点式和旁路式两种。后者又分为三极管旁路式和二极管旁路式，也就是利用三极管作为可控交流阻抗对输入信号或级间信号进行旁路，或者是利用二极管作为可控交流阻抗对信号进行旁路。现举例说明如下：

(1) 控制晶体管工作点以改变增益的电路（图 3-3）在起控点以上，使二极管 D 导通，录音输出信号的一部分经 D 整流后得到与  $BG_1$  基极偏压相反的直流电压去控制其偏流，使偏流减小， $\beta$  降低，增益下降。此级必须工作在小电流状态，因为只有在小电流时  $\beta$  才随  $I_e$  减小而明显降低（如图 3-4 所示），否则将起不到控制作用。

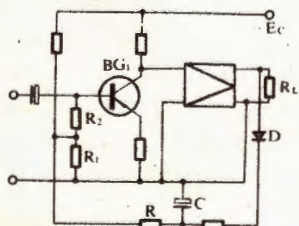


图3-3 改变晶体管工作点的ALC电路

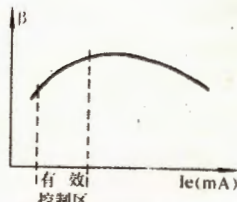


图3-4 晶体管的 $\beta$ 与 $I_e$ 的关系

此电路的优点是简单经济，但有以下明显的缺点：  
①取出控制信号的录音输出级信号比输入端的强得多，因此稍有一点交流正反馈，极易引起自激，要求极严格的滤波。  
②附加失真较大，因为控制作用是通过大幅度降低晶体管工作点来实现的，故大信号时，

工作点会很低，甚至近于截止，造成严重失真。

(2) 三极管旁路式 ALC 电路（图 3-5）该电路为利用三极管的可控等效交流阻抗直接将输入信号进行旁路的 ALC 电路。显然信号再大，控制作用再强，

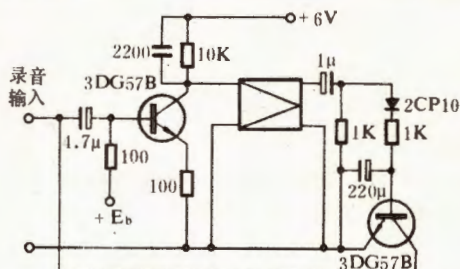


图3-5 输入端旁路式ALC电路(双喜DH7910型)

也不会影响到各放大级的工作状态，只是在输入端将信号分流而已。若后面取出控制信号处用射随器与录音放大器隔离，对失真的影响更小。这种电路的分流点也可接第一或第二级之后。

(3) 二极管旁路式 ALC 电路（图 3-6）该电路是用一只导通状态受三极管  $BG_2$  控制的二极管  $D_2$  来将第一级的输出信号进行旁路的。因  $D_2$  与  $BG_2$  同方向串接，当输入强信号时，录音输出信号的一部分通过  $D_1$  整流使  $BG_2$  导通，而  $D_2$  就接在  $BG_2$  的射极电路中，故  $D_2$  同样导通，信号越大， $BG_2$ 、 $D_2$  导通得越

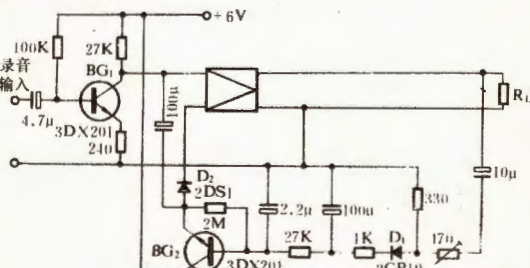


图3-6 二极管旁路式ALC电路(泰雷3PL3型)

厉害， $D_2$  的等效交流阻抗越小，分流作用越大，达到自动控制录音电平的目的。

$D_2$  实际上是  $BG_2$  的射极负载，故  $BG_2$  为射随器，输入阻抗很高，而在恢复时间内大电容的放电必然要通过  $BG_2$ ，因此无需串接大电阻也可得到足够大的恢复时间。

### 5. 使用 须 知

(1) 离话筒的距离 有了 ALC 电路，录音时一般用不着担心录音电平的大小，也无需再进行调整。但是如果离话筒太远或太近，往往也会引起弊病。由前述可知，ALC 控制有一定的范围，信号太强了，引起磁带饱和，失真自然也是大的；反之，若离得太远，信号太小，这时 ALC 也不起作用，（下转第21页）





# 电视天线

上期我们向大家介绍了一种用于接收单一频道电视节目的天线放大器，这期继续介绍另一种能放大甚高频段（VHF）12个电视频道信号和调频广播节目的天线放大器。这个天线放大器具有体积小、成本低、安装调试方便、增益较高等特点，较适合广大远离电视台地区的爱好者制作和使用。

## 电路基本原理

天线放大器的电路图如图1所示。它是一个频率范围为45~230兆赫的三级共发射极高频宽带放大器。电路总电压增益最高可达30dB（32倍）以上，一般在26dB（20倍）左右；在整个放大频段内，增益不均匀度不大于±（3~5）dB。放大器的幅频特性曲线如图2所示。

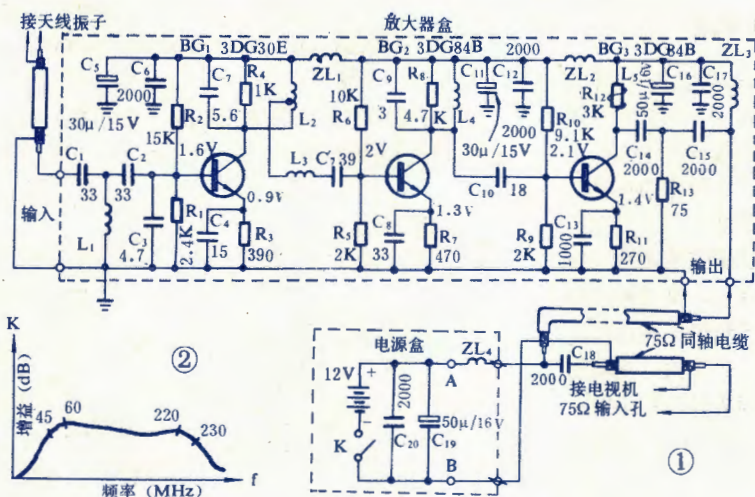


图1中，电感 $L_1$ 和电容 $C_1$ 、 $C_2$ 等组成高通滤波器，它的截止频率为40兆赫左右，用来提高放大器抑制40兆赫以下的低频和中频信号的能力，使放大器的稳定性和信噪比等性能提高。高通滤波器和电容 $C_3$ 、晶体管 $BG_1$ 的输入电容和电路分布电容等共同组成输入回路，放大器的输入阻抗与天线馈线的阻抗匹配就依靠输入回路来实现。电路设计的输入阻抗为75欧，可直接连接普通75欧同轴电缆，这对于一般远距离接收天线来讲，配接是很方便的。

为了获得45~230兆赫的宽频带放大特性，在三级放大电路中分别采取了一些措施，下面予以简介。第一级放大管 $BG_1$ 的集电极负载是一个谐振频率为50~

85兆赫的并联谐振回路。它由 $L_2$ 、 $C_7$ 、 $BG_1$ 的集电极电容 $C_c$ 、分布电容和 $R_4$ 等组成，其中 $R_4$ 的作用是降低谐振回路的Q值，以在50~85兆赫的范围内得到较平坦的谐振曲线。由于并联谐振回路对50~85兆赫信号呈现较大的阻抗，所以使第一放大级对这一频段信号的放大倍数得到提高。第一放大级输出的信号通过由 $L_3$ 、 $C_9$ 等组成的串联谐振回路后送到第二放大管 $BG_2$ 的基极。 $L_3$ 、 $C_9$ 回路的谐振频率为165~220兆赫左右。对这段频率的信号，回路呈现的阻抗较低，使加到 $BG_2$ 的信号电压相应较大；反之，对这段频率外的信号，回路呈现的阻抗就较大，从而相应减弱了加到 $BG_2$ 的信号幅度。这样就提升了放大器对165~220兆赫信号的放大量。第一放大级的输出信号从 $L_2$ 的中心抽头处取出，目的是为了

使 $BG_2$ 的输入阻抗与前级输出阻抗较为匹配，以便充分发挥每级的放大能力。

第二和第三放大管的集电极负载均与第一放大管的相类似，其中由 $L_4$ 、 $C_9$ 、 $BG_2$ 的 $C_c$ 、电路分布电容和 $R_8$ 等组成的谐振回路的谐振频率为80~125兆赫左右；由 $L_5$ 、 $BG_3$ 的 $C_c$ 、分布电容和 $R_{12}$ 等组成谐振频率为120~170兆赫的并联谐振回路。由于这两个谐振回路的存在，所以第二、三放大级对80~170兆赫信号的放大量

就有了提升。正因为上述多个谐振回路的谐振频率参差错开，就使放大器具有了45~230兆赫的宽通频带。

但由于晶体管的截止频率、结电容和电路分布电容等的影响，会使放大器在通带范围内的高频段（170~230兆赫）增益下降较甚，以致可能产生单靠上述LC谐振回路进行补偿后增益仍不够的情况。为此，在第一、二放大级中进一步采用了射极电容补偿电路。图1中 $C_4$ 就是 $BG_1$ 的射极高频补偿电容； $C_8$ 是 $BG_2$ 的射极高频补偿电容。这两个电容的容量都很小，对通带范围内的低、中频信号呈现的容抗较大，这样第一、二放大级的低、中频电压增益就要因受到射极电阻 $R_5$ 和 $R_7$ 的较大的负反馈作用而下降。而对高频信





# 大 器 (续)

王德源



号来讲,因容抗较小,所以 $R_3$ 、 $R_7$ 的负反馈作用就减弱或大大减弱了,从而有效地补偿了高频段增益的下降。调整 $C_4$ 、 $C_8$ 的容量,还可改变补偿的频率范围,在调试中可根据通带曲线的形状对两个电容稍作调整,以获得最佳通带曲线。

图1中,由扼流圈 $ZL_1 \sim ZL_4$ ,电容 $C_5$ 、 $C_6$ 、 $C_{11}$ 、 $C_{12}$ 、 $C_{16}$ 、 $C_{17}$ 、 $C_{19}$ 、 $C_{20}$ 等组成各级电路的电源退耦电路,以防止由电源内阻而产生的放大器自激现象。每级退耦电路都用了容量一大一小的两个电容,以分别适应滤除高频和低频脉动信号。放大器的偏置电路、电源部分的作用和使用等均与上期中介绍的类似,这里就不再重复。

## 元件选用及制作

放大器的电阻均用RTX型1/8瓦碳膜电阻或RJ型1/8~1/4瓦金属膜电阻。电解电容为CD11型;1000~2000微微法的电容用CJ11型金属膜纸介电容或CLX型涤纶电容等;其它电容均用CC1型瓷介电容或CY型云母电容。对晶体管 $BG_1$ 的噪声系数 $N_F$ 和特征频率 $f_T$ 的要求较高,通常应使 $N_F < 3 \sim 4\text{dB}$ ;  $f_T > 700\text{MHz}$ ,可在3DG30D~G、2G911、3DG75中选用。对 $BG_2$ 、 $BG_3$ 的要求较低些,但也应尽量满足 $N_F < 4 \sim 5\text{dB}$ ,  $f_T \geq 600\text{MHz}$ 的要求,如可用3DG30C~G、3DG84B、2G910、2G911等管子。

图3是图1电路的原尺寸印制电路板图,可直接复印制作。由于这个放大器的增益较低,因此可不用象上期中介绍的放大器屏蔽罩。如果为了可靠稳定,也可在每级放大电路中安插一块级间屏蔽板,材料用

厚度0.3~0.5毫米的铜皮或马口铁皮。注意要使屏蔽板接地良好。放大器外壳与上期要求相同。

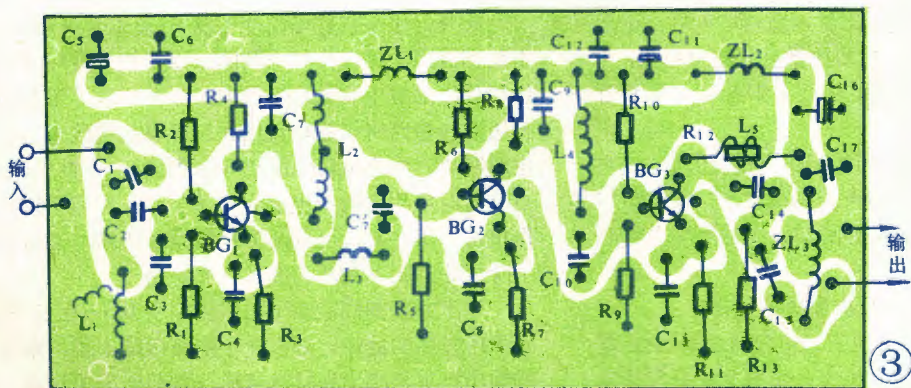
电路中各线圈的绕制数据、方法等见下表。

名称	数 据	绕 法	骨 架	说 明
$L_1$	$\phi 0.51\text{mm}$ 漆包线绕11匝	脱胎绕	线圈直径5mm	可用 $\phi 0.44 \sim 0.8\text{mm}$ 线绕,匝数适当增减
$L_2$	$\phi 0.51\text{mm}$ 漆包线绕24匝,抽头在中心12匝处	同上	同 上	同 上
$L_3$	$\phi 0.51\text{mm}$ 漆包线绕7匝	同上	同 上	同 上
$L_4$	$\phi 0.51\text{mm}$ 漆包线绕16匝	同上	同 上	同 上
$L_5$	$\phi 0.27\text{mm}$ 漆包线绕23匝	平密绕	RTX型1/8W, 3K电阻(即图1中的 $R_{12}$ )	可用 $\phi 0.23 \sim 0.31\text{mm}$ 线绕
$ZL_1$ $ZL_2$	$\phi 0.07\text{mm}$ 漆包线绕40匝	乱绕	RTX型1/8W, 20K~100K的电阻	可用 $\phi 0.07 \sim 0.1\text{mm}$ 线绕
$ZL_3$	$\phi 0.51\text{mm}$ 漆包线绕25匝	平密绕	脱胎,线圈直径5mm	可用 $\phi 0.44 \sim 0.8\text{mm}$ 线绕
$ZL_4$	$\phi 0.62\text{mm}$ 漆包线绕30匝	同上	同 上	可用 $\phi 0.55 \sim 0.72\text{mm}$ 线绕

应该注意,在一定范围内用不同线径的漆包线来绕制各线圈时(见表中说明栏),匝数要适当增减。一般如所用线直径比规定的细,则要减少些匝数,反之则要增加匝数。这点在没有经验或仪表的情况下较难确定(到底增减多少匝),因此一般可以在不改匝数情况下改用拨动各线圈匝间距离的方法来达到要求,

但这样在匝数相差较大时,易使线圈过于拉伸而电感量仍太大,或产生虽全部压缩但电感量仍不够的情形,这时仍应在调试中将匝数适当增减。 $L_5$ 和 $ZL_1 \sim ZL_4$ 的匝数一般不用按上述要求作更动。

(下转第24页)





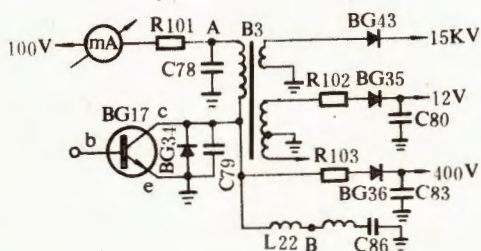


# 北京牌840型电视机 水平扫描输出级故障判断

俞鸿昌

电视接收机按其电源整流电压不同,一般分为低压馈电和高压馈电两种方式。低压馈电整流电压为12伏,国产12英寸黑白电视机都采用这种方式。高压馈电整流电压等于或高于100伏,为16英寸以上的宽角大屏幕黑白电视机及彩色电视机所采用。高压馈电电视机其水平扫描输出级逆程电压达800伏以上,因此对元器件的可靠性要求高,不然由于元器件质量问题而造成的故障将破坏电视机正常工作,甚至发生烧毁着火现象。可以说水平扫描输出级的可靠性,是高压馈电电视机的关键所在。

水平扫描输出级故障有两种情况,一种是短路性故障,在开启电源瞬间烧毁保险丝或保护器件;另一种是过载性故障,在工作过程中电流过大使保护器件烧毁。由于电视机水平扫描输出级所采用的电路大同小异,因此这两种故障的分析判断对国产电视机有普遍意义。现以北京牌840型19英寸黑白电视机为例,对以上故障进行判断。下图所示为840型电视机水平扫描输出级电路,采用高压馈电方式,整流电压为100伏。



**短路性故障** 故障现象为开启电源瞬间电阻 $R_{101}$ 冒烟烧毁。用500型万用表测量A点到地电阻,正常情况正向电阻约为 $3K\Omega$ ,反向测量有充放电现象,当发生短路性故障时,此电阻值接近于 $0\Omega$ 。此故障可作如下判断:

(1) 水平扫描输出管 $BG_{17}$ c-e极被击穿。有些国产机器水平扫描输出管因未经高压状态二次击穿安全工作区的检查,在开启电源瞬间瞬态功率冲击将晶体管击穿。

(2) 阻尼管 $BG_{34}$ 因反向耐压低被击穿。

(3) 逆程电容 $C_{79}$ 采用云母电容器或聚丙烯电容器,其标称电压一般为1000V,使用余量小容易发

生击穿;线性校正电容 $C_{86}$ 如采用标称电压为250V的涤纶电容器,因其耐压过低也可能发生击穿。有些电视机对 $C_{79}$ 采用标称电压为1600V的圆柱形聚苯乙烯电容器,对 $C_{86}$ 采用标称电压为400V的涤纶电容器,可靠性大大提高,损坏率显著降低。

**过载性故障** 电视机在工作过程中水平扫描输出级突然出现故障,大致也应判断为以上原因,因为各种元器件在工作过程中产生的热损耗降低了其可靠性。另一种情况故障不是突然出现,而是有一个过程或出现一些前兆性异常情况,例如显象管亮度慢慢下降中心出现黑影、水平幅度变宽、水平扫描光栅杂乱、电阻 $R_{101}$ 温度逐步上升冒烟,当关闭电源后再度开启仍能维持一定时间的正常工作,故障出现有重复性。对于这类情况用500mA直流电流表串接于水平扫描输出级直流电路中,可以发现其电流较正常情况为大,且有逐步增长现象。判断如下:

(1) 水平扫描输出管 $BG_{17}$ 特性不良,开关电流下降时间长,损耗大导致平均电流增大。

(2) 400V电源整流管 $BG_{36}$ 击穿,无400V整流输出电压,光栅亮度不足,关闭电源后显象管中心出现亮点, $R_{103}$ 熔断。

(3) 15KV高压整流硅堆 $BG_{43}$ 高频特性不良,损耗大,使其温度升高,反向漏电流增大,整流效率降低,高压下降,使显象管中心出现黑影。

(4) 12V电源整流管 $BG_{35}$ 击穿,显象管亮度正常但无信号或杂音, $R_{102}$ 熔断。

(5) 400V和12V滤波电容器 $C_{80}$ 、 $C_{83}$ 击穿也会使 $R_{103}$ 、 $R_{102}$ 熔断。 $C_{80}$ 的损坏情况较多, $C_{83}$ 损坏情况很少。

此外,水平扫描输出变压器 $B_3$ 及偏转线圈 $L_{22}$ 所引起的故障,可以作如下判断。水平扫描变压器高压线包故障易发生刺火,有怪味,可用目察鼻嗅判断。初级线包短路所引起电流过大,可将初级线包与直流电源脱离,将直流电源馈点A接到偏转线圈 $L_{22}$ 之B点,此时电流表所示电流如显著下降,相当于正常工作电流一半左右,可判断为初级线包短路,如电流无下降现象,则可判断为偏转线圈短路。

以上判断都假定水平扫描输出管 $BG_{17}$ 在正常激励下所发生的故障,如果由于前级激励不足,水平扫描输出级也势必出现异常情况,判断时应予注意。





电子管收音机的常见故障,对于具备一定修理技能的业余电子爱好者来说是能够动手排除的。可是有些特殊故障,尽管原因简单,但表面现象却十分严重。对此如不仔细分析,盲目动手修理,往往会引出不必要的麻烦。下面列举实际修理过程中遇到的几例。

## 电子管收音机 特殊故障 三例

1. 收音机无声, 6P1 电子管 1、6 管脚对旁边管脚打火, 断开 7 脚引线, 发现 1、2 管脚间仍然打火。此时一般容易判断为管脚绝缘不良引起打火, 因而盲目动手更换电子管座, 结果无济于事。实际上此故障是因扬声器引线断路造成。因为打火发生在具有高电位差的部位, 而 6P1 的 1、2 管脚为屏极和帘栅极, 正常时电位差较小。当扬声器引线断路时, 输出变压器次级反射到初级的阻抗相当高, 这样屏路的负载阻抗增大很多, 即使一个比较小的屏流通过时, 也会在负载两端产生很高的音频电压, 此电压恰好加在 6P1 的 1、6 管脚, 当管座之间稍不清洁的时候, 就会发生打火现象。此故障只要接上扬声器引线即可排除。

2. 整机灵敏度下降, 调谐时伴有刺耳的“咔嚓”

声, 有时短波甚至不能收听, 检查各部分工作电压都正常, 变频部分能够起振。此现象一般情况下怀疑是双连可变电容器碰片引起, 反复检查调整可变电容器动定片间隙不能排除故障, 有时用信号发生器和示波器也难以查出。实际上这种讨厌的故障却是由于可变电容器动片与接地铜片之间接触不良, 波段开关接点积垢所引起。这两种情况都等效于调谐回路的 Q 值下降, 因而灵敏度降低。可变电容器

动片与接地铜片之间接触电阻在调谐时发生变化, 因而造成酷似可变电容器碰片的噪声。用煤油将这两处清洗净, 故障立即排除。

3. 打开收音机即听见杂乱得很的无法控制的噪声, 低放灵敏度显著降低(放送唱片时音轻), 检查各级电压正常。一般情况下会认为是电阻电容接线不良打火乃至高压打火引起, 但查遍各元件不能奏效。其实这种故障系由于前置低放管 6N2 栅极与管座接触不良所致。此接触不良引起的轻微杂音信号经低放和功放后输出, 成为不可控制的巨大噪声。这种现象多数只能更换管座才能彻底排除。(郭开铸)

(上接第17页) 磁带上也不可能录上足够的信号, 致使信噪比偏低, 甚至为噪声所淹没。所以用话筒录音时, 一般还是要注意讲话者离话筒的距离, 仍以通常的 0.3~0.5 米为宜。

(2) 磁带的选用 ALC 电路的控制范围是按照普通磁带的水平设计的, 一般起控点较低, 多数机器可以录到 -4~0dB, 有些日本机器甚至在 -15dB (0dB = 25mV/mm) 时就开始起控, 最高只能录到 -10dB。所以, 一般低档盒式机若用高级磁带(最大记录磁平在 +2dB 以上)是不能充分利用磁带的动态范围的, 实在有点“大才小用”。这类普及机用中低档普通带比较合适。

(3) ALC 开关的使用 有的录音机设有 ALC “ON、OFF” 开关, 意思是录音时可以加自动电平控制, 也可以不加(即 ALC 开关拨在 “OFF” 位置)。这是考虑到对不同录音内容的录音效果而采取的措施。

前面提到, ALC 电路启动快, 恢复慢, 一般恢复时间为几十秒到一分钟。这对录语言信号会带来额外的好处。我们知道, 讲话是一种间歇式的信号, 语句之间往往有零点几秒到几秒钟的停顿, 在这样长的停顿期间, ALC 电路是不会恢复的, 因而录音放大器的增益保持较低, 可抑制停顿期间的噪声, 在没有 ALC 的录音机中, 语言停顿期间的噪声是很讨厌的。因而

ALC 适合录语言信号。

音乐的动态范围是较大的, 从磁带方面看, 应当选用较好的磁带, 即动态范围或频响较宽的中高档磁带。而要充分发挥这种磁带的威力, 如前所述, 是不宜加 ALC 录音的, 故此, 在用好磁带录音乐时, ALC 开关应位于 “OFF”。但若用普通磁带, 为了防止峰值过载, 还是加 ALC 录音为好。

(上接14页) 收音机约需 1~2W, 中等台式收音机最好有 5W 以上。家用的扩音机, 如果房间不大, 有 10W 输出功率再配上一个小音箱, 基本上能满意地收听; 如果房间较大, 或者对音质的要求较高, 则需要再将输出功率做得大一些。有些家用的高保真扩音机, 输出功率高达几十瓦到 100W, 但实际放音时只用了其中的一小部分, 其功率余量是很大的。有了大的功率余量, 使信号中的脉冲峰值电平不会产生波形切顶, 以致非线性失真很小, 从而获得了良好的音质。但是这样做对元器件的要求随之提高, 无疑这在经济上是要付出代价的。

扬声器除了它的标称阻抗要符合放大器的负载要求之外, 还有它的额定功率也要同放大器相配合, 这一点也应加以注意。





## 实用

麦陶大

## 音频电压表

香港无线电技术出版社供稿 魏平改写

业余电子爱好者在制作、修理和调试各种音频放大电路,例如OTL、OCL低频放大电路、录音机放大电路、电视机的伴音电路、收音机低放电路和扩音机电路时,往往需要测量音频信号电压的大小。这些音频信号的电压有效值小至数毫伏,大至数十伏,而一般的万用电表测量范围有限,对于小幅度的音频电压往往测量误差太大甚至不能测量,这就需要有一只测量范围较大、测量误差较小的音频电压表。本文向大家介绍一种简单、易作的实用音频电压表,这种音频电压表用普通元件装成,制作、调整和使用都比较简单,适宜于电子爱好者在业余条件下制作。

## 一、主要指标

1. 测量范围: 第一档0至10毫伏;第二档0至100毫伏;第三档0至1伏;第四档0至10伏;第五档0至100伏。
2. 频率响应: 10赫~100千赫( $\pm 1\text{dB}$ )。
3. 输入阻抗: 大于1兆欧。

## 二、工作原理

这只音频电压表由量程选择电路、低频放大电路、

整流电路、表头、测量校正电路和电源组成,方框图见图1。整机的电原理图如图2所示。下面分别介绍各部分的工作原理。

## 1. 量程选择电路

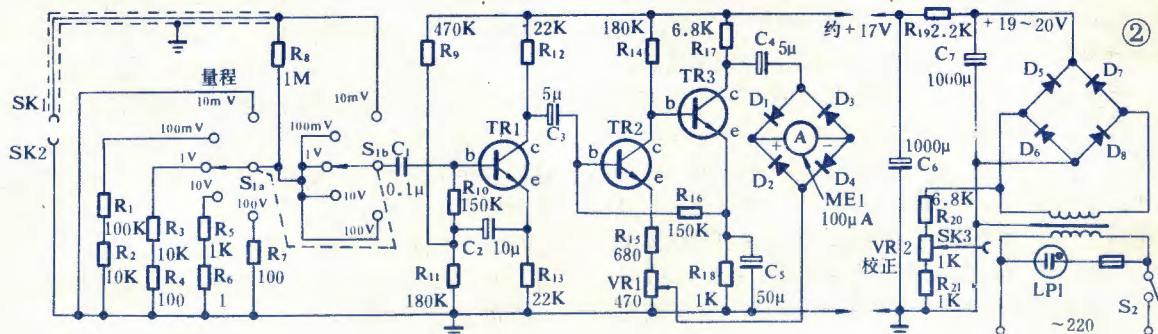
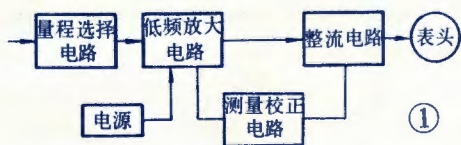
量程选择电路实际上是一组衰减網路,它由电阻 $R_1 \sim R_8$ 和双刀五掷转换开关 $S_1$ 组成。当量程开关 $S_1$ 置于10毫伏量程时(即最灵敏的一档),电阻 $R_8$ 跨接在测量输入端,而没有其它衰减电阻,因而对被测信号没有衰减。 $R_8$ 的阻值为1兆欧,即音频电压表的输入阻抗高达1兆欧,这可以保证音频电压表的接入不会影响被测电路的工作状态,从而保证了测量的准确性。

在100毫伏量程时,电阻 $R_8$ 、 $R_1$ 和 $R_2$ 组成衰减網路,衰减系数为10。在1伏、10伏以及100伏量程时,衰减網路分别是 $R_8$ 、 $R_3$ 、 $R_4$ (衰减系数为100), $R_8$ 、 $R_5$ 、 $R_6$ (衰减系数为1000)以及 $R_8$ 、 $R_7$ (衰减系数为10000)。

被测音频信号经量程选择电路作适当的衰减后,由电容 $C_1$ 耦合至低频放大电路。

## 2. 低频放大电路

此放大电路由 $TR1$ 、 $TR2$ 和 $TR3$ 组成。 $TR1$ 为具有高输入阻抗的低放电路, $TR1$ 的偏置电路由 $R_9$ 、 $R_{10}$ 和 $R_{11}$ 组成,且通过电容 $C_2$ 把 $TR1$ 的射极电压反馈到 $R_{10}$ 的下端,这样 $R_{10}$ 两端的交流电压降就等于 $\dot{V}_b - \dot{V}_e$ ,由于射极输出时,放大倍数约等于1,故 $\dot{V}_b \approx \dot{V}_e$ 即 $\dot{V}_b - \dot{V}_e \approx 0$ ,则流过 $R_{10}$ 的交流电流就非常小,大大提高了偏置电路的等效输入电阻。同时 $TR1$ 的射极电阻 $R_{13}$ 的阻值很大(22千欧)提高了晶体管基极等效输入阻抗,使 $BG_1$ 的输入阻抗大大提高。 $TR1$ 和







TR2组成直接耦合的工作点稳定的电压放大电路,电压增益高,稳定性好。

低放电路将待测的音频信号电压放大后,由电容C<sub>4</sub>耦合到整流电路。为了改善低放电路的频率响应、提高测量精度,从低放输出端经整流电路引入了负反馈至TR2的发射极。

### 3. 整流电路

整流电路由二极管D<sub>1</sub>~D<sub>4</sub>组成,为桥式整流电路,它将低放电路输出的被测音频信号电压变为直流电压。低放电路输出的交流电压加在桥式电路的A、B之间,而C、D两端输出的则是直流电压了。

### 4. 表头

用来指示被测电压的大小,本音频电压表中采用一只100微安的电流表作为表头。整流电路输出的直流电压加到表头两端,使表头指针摆动而指示出被测音频信号电压的有效值。

### 5. 电源

电源部分由变压器T<sub>1</sub>、桥式整流电路D<sub>5</sub>~D<sub>8</sub>、滤波电路C<sub>7</sub>、R<sub>19</sub>、C<sub>6</sub>组成。电源变压器的次级交流电压为12伏,整流后经C<sub>7</sub>、R<sub>19</sub>、C<sub>6</sub>滤波得到17伏左右的直流电压。电源变压器的初级端接有氖灯LP1作电源指示之用。

### 6. 测量校正电路

此电路由校正电压源和自动校正电路组成。

(1) 校正电压源 电源变压器T<sub>1</sub>次级的交流电压加在由R<sub>20</sub>、R<sub>21</sub>、VR2组成的分压网络上,调整分压电位器VR2,可以使分压点交流电压为准确的1伏,以后用作此音频电压表的校正电压源。

(2) 自动校正电路 低放输出端通过桥式整流器和电位器VR1接到TR2的射极电路,除具有负反馈可以改善频率特性、提高测量精度外,还对音频电压表有自动校正的作用。在正式测量以前,调节电位器VR1可以对电表进行校正,校正的方法将在后面详细介绍。

## 三、调整

电路安装完毕并检查焊接无误后可按下述方法调整。

首先用万用表检查电源的整流滤波输出,应为17伏左右,否则应检查电源部分。

量程选择开关放在10毫伏档上,将输入端短接,电表指针读数应为零。在接通电源一瞬间,电表指针会有一些摆动,但随后会回复到零,因此调整和使用,应在接通电源数秒钟后再进行。当量程在10毫伏或100毫伏档时,输入端开路,电表指针也会有一定读数,这是由于外界交流信号感应到输入端所致,是正常现象。

量程选择开关放在1伏档上,把电表的输入端接

到校正电压源上,即SK3和底板之间,调整电位器VR1,直到电表的指针刚好满刻度指示,这便表示为1伏,这样音频电压表在1伏档上作了校正。校正以后便可以正式使用了。

此音频电压表曾经和一部实验室用的高级音频电压表作过比较,发现在各个量程上的准确度为±5%。

## 四、元件的选译

本电路原来都是用国外元件装成,为了便于国内电子爱好者制作,改写时尽量用国产元件代换。

### 1. 晶体管的选用

图2中晶体三极管TR1~TR3均为欧美型号的BC109型管,BC109为硅NPN型高频小功率管,其主要参数为:BV<sub>ceo</sub>=30伏,I<sub>cm</sub>=200毫安,P<sub>cm</sub>=300毫瓦,f<sub>T</sub>=250兆赫。用参数与此相近的国产管可以代用,但考虑到电路的实际工作状态,上述参数有些偏高,因而在选用国产管代换时,对管子的要求可以适当放宽些,例如下列国产管都可以代用:3DG2A~C,3DG3A~C,3DG4A,3DG4C,3DG4E,3DG5B,3DG5D~F,3DG6B~D,3DG7B~C,3DG8B~D,3DG12A~C,3DG30~33,3DG44,3DG48等。此外开关管3DK1A~C,3DK2A~C,3DK3A~G,3DK4A~C,3DK8B~F等也可以代用。

二极管D<sub>1</sub>~D<sub>4</sub>可用国产任何型号的锗二极管代用,例如2AP1~28,2AK1~20等。

二极管D<sub>5</sub>~D<sub>8</sub>可用参数满足V=20伏、I=100毫安的任何型号的二极管代用,例如2CP1~4,2CP6,2CP21~28,2CP31~32,2CP41~50,各种2CZ型的整流管等。

### 2. 电阻、电容的选用

本电路中的全部电阻都是用1/4瓦、±5%的碳膜电阻,电阻R<sub>4</sub>、R<sub>6</sub>可以短接。电容器C<sub>6</sub>和C<sub>7</sub>的耐压应选用25伏的,其它各电容器的耐压为15伏。

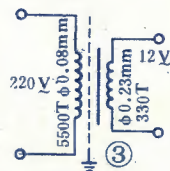
### 3. 电源变压器

这里选用的电源变压器的主要参数是:次级交流电压为12伏,电流100毫安。

电源变压器也可以自行绕制,具体的数据如下:铁芯截面尺寸为12×16毫米。

初级绕组用φ0.08毫米漆包线绕5500匝,次级绕组用φ0.23毫米漆包线绕330匝(如图3)。

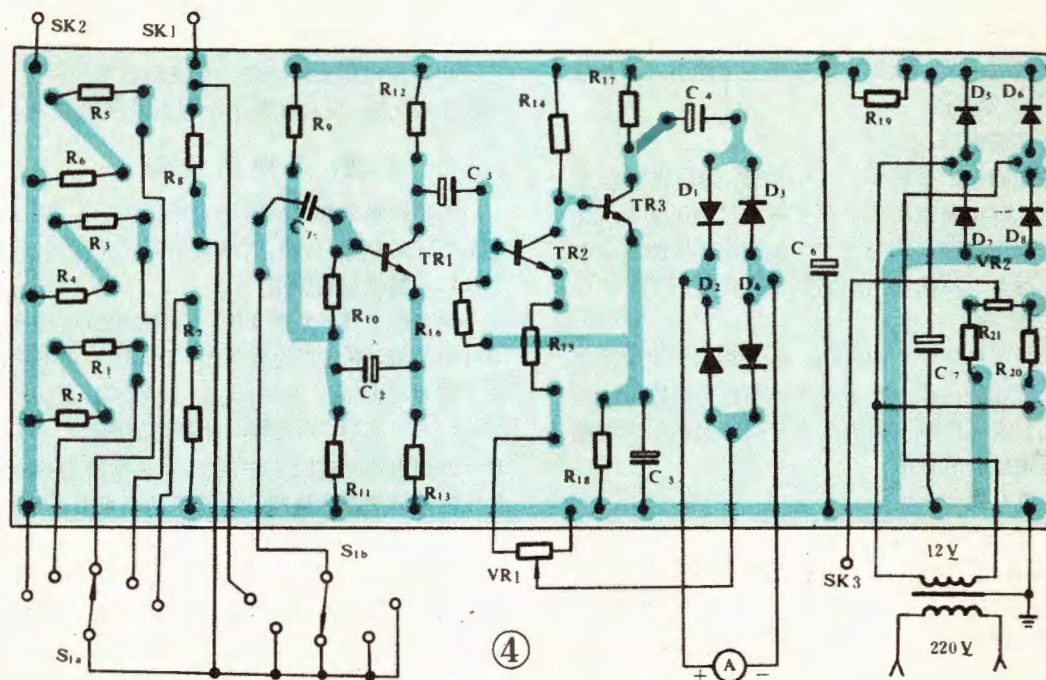
如果读者手头有用过的变压器也可以代用,如晶体管电视机的电源变压器可以直接代





用而且绰绰有余。市售的电铃变压器有的有10伏绕组，也可以代用，这时应当减少滤波电阻 $R_{19}$ 的阻值。

最后，为了便于国内电子爱好者制作，这里补充了本电路的印制板图（见图4）。



（上接第19页）

## 安装和调试

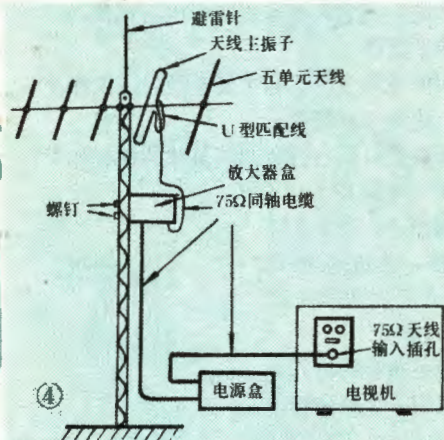
放大器所用元件在装配前一定要进行检查，以免万一用上不良元件而造成调试困难。印制板焊接好后，检查无误即可通上电源。首先测量各管的基极和射极电压，应与图1中所示值差不多。如相差过大，应检查管子或电路等是否损坏或接错等。对于个别管子，如因 $\beta$ 值过高或过低等而使偏置电压不符，可通过适当

调整偏置电阻 $R_2$ 、 $R_6$ 和 $R_{10}$ 来纠正。然后，把电视机搬到室外天线附近或把天线架低（以前面那种方法较好），放大器和

电源盒等都相应连接好了以后，就可以接收电视节目了。应该先转动天线方向，使接收到的信号较强，随后根据当地接收的电视频道相应地拨动 $L_2$ 、 $L_3$ 、 $L_4$ 的匝间距离，使每个频道节目都获得较好的接收效果。例如当地接收的是5、8、10频道，可知频率范围是84~92兆赫（5频道）和183~207兆赫（8、10频道），这样当接收5频道时，主要应拨动 $L_2$ ；而接收8、10频道时，主要应拨动 $L_3$ 。如经拨动各线圈后有个别频道的增益还嫌低，则可以用适当增减 $C_4$ 和 $C_8$ 的容量或适当加大 $R_4$ 、 $R_8$ 和 $R_{12}$ 的阻值等方法来提高增益。但采用这些方法时，应以不影响图象清晰度和伴音质量为前提，即这些电阻电容的改变都是有限的，不能任意加大或减小。

如有BT-3等扫频仪，则调试就更为简便，只要按一般电视书籍中介绍的调试高频头中高频级时连接扫频仪的方法，接好扫频仪、电源，放大器后，分别调整 $L_1 \sim L_4$ 、 $R_4$ 、 $R_8$ 、 $C_4$ 和 $C_8$ ，使放大器的通带曲线与图2所示的类似，同时增益不低于26dB即可。

调试完后，就可把电视机搬回室内或把天线架高，按图4所示那样安装好放大器，放长馈线，接好电源盒和电视机就可以正常使用了。







# 伏特和他的“电堆”

李世汉 杨永昌

1800年，意大利物理学家库恩特·亚历山德·伏特宣布他发明了“电堆”。这一发明犹如一声惊雷，在当时的科学界引起了巨大的反响，使人类对于电学的认识产生了一个新的飞跃。

在此之前，科学家们还沉醉于当时为人们所知的静电现象以及由卢继·伽凡尼所发现的奇怪的“动物电”方面。“电堆”的发明，大大加速了电学研究的进程，把“静电”从电学研究的霸主地位，降为物理学的一个小分支，而伽凡尼的发现则成为生物学家研究的一个课题。

库恩特·亚历山德·伏特生于1745年，当他三十多岁的时候就是意大利科莫和帕维亚大学的物理教授了。在这以前，他一直在探索静电的产生、测量以及控制方法，并为此研究了起电盘和电容式验电器。1777年及1782年，他先后两次周游瑞士、法国、德国、荷兰及英格兰等地，结识了当时科学界许多名人。

1791年，著名的意大利物理学家伽凡尼在波洛尼亚大学偶尔发现：用一对不同性质的金属棒接触青蛙腿部的神经，会使它的肌肉发生抽搐。这一奇异的现象引起了伽凡尼的极大兴趣。他据此推论：电能来源于活的肌肉组织，而两种不同性质的金属正好形成了青蛙神经和肌肉之间的电路。伽凡尼把这种形

式的电称为“动物电”，以此来区别静电，并深信自己揭示了生命力量的奥秘。同年他把关于“动物电”的论文寄给了伏特。伏特立即被伽凡尼所描绘的现象和阐述的理论吸引住了。他放下手头上的研究，也开始了“动物电”的试验。不过，他此时的目的只是想协助伽凡尼进一步解释有关“动物电”的奇异现象。然而伏特没有沿袭老路，而是用了一个伽凡尼从未用过的方法——使用两块相同性质的金属板进行实验，结果青蛙腿不痉挛了。这一截然不同的结果，使伏特和伽凡尼都大为吃惊。

面对这一新的发现，伏特认为：使青蛙腿产生抽搐的确是一种新的电能，但这种电能不是由动物的细胞组织产生的，而是由两块不同性质的金属相接触产生的。为了证明自己的理论，伏特开始了一系统的试验，要表明不需任何动物细胞组织的帮助，只用一对不同性质的金属就能产生电，而伽凡尼则固执己见，坚持他自己先前的推断，并为之寻找根据。这样两位科学家只好分道扬镳了。

没有多久，伽凡尼提出电鳗不需任何金属接触，就能放出大量的电。并以此来批驳伏特的理论。在一段时间里，伏特真给难住了。但他确信自己的想法是有道理的，问题只是需要花大量的时间来证明它。因此他顶住压力，不怕嘲笑，坚持做自己的试验。

当时仅有的电学试验仪器都是用来研究静电的。伏特手头上既没有电压表，也没有电流计。为了证明产生电势，他颇费了一番苦心，有时甚至不得不用自己的身体来试验。经过几年的努力，到1797年，伏特总结出：当两种不同金属相互

接触时，两种金属的接触表面各出现异性电荷，金属表面之间将产生接触电位差，这种电位差的大小随两相接触的金属而异。伏特还发现，所有的金属导体可以排成一个序列。序列中任何一种金属与后面一种金相接触时，前者带有正电，后者带有负电。伏特所排列的序列如下：

+ 铝 锌 锡 镉 铅 铋  
铋 汞 铁 铜 银 金 铂 钯 -

这就是世界上第一个电气元素表。

根据自己的发现，伏特将数十个铜和锌盘彼此相间整齐地叠放在一起，在每一对中间插入一块用盐水浸泡过的卡片纸板，这样，就组成了世界上的第一个续流电源。伏特把它称为“电堆”，实际上这就是现代原电池的雏形。

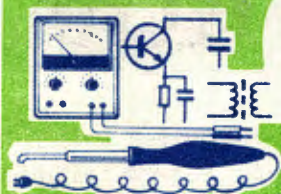
1800年，伏特将他研究的最后结果，分上、下两部分，用一封长信的方式寄给了当时在伦敦的英国皇家学会主席约瑟夫·班克斯（英国物理学家，1743~1820）。班克斯立即将这封信作为正式的科学论文，刊登在《英国皇家学会哲学学报》上。从此，全世界都知道了伏特和他的“电堆”。

1801年，当时意大利的占领者拿破仑邀请伏特到巴黎，为法兰西帝国的政治、科学领导人示范了他的发明，并为他专门铸造了勋章，以表彰他在科学上的功绩。

1893年，也就是伏特逝世66年之后，美国和国际电工会议决定以“伏特”作为电压的单位，以此来纪念这位卓越的科学家。

今天，各种各样的电池在各个领域中起着越来越重要作用的时候，人们是不应该忘记伏特和他的卓越贡献的。





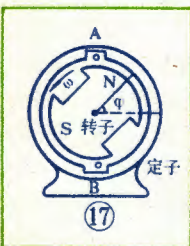
# 电子电路中常用的 电工基础知识 (三)

张 果

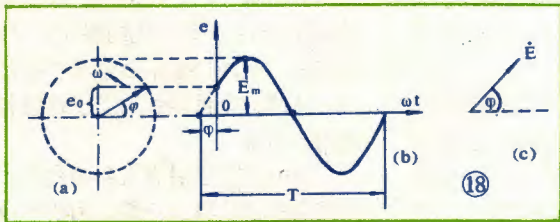
## 八、正弦交流电的三要素及表示方法要熟练

我们日常生活中供照明灯、电视机或洗衣机用的电源都是正弦交流电、它的电压或电流是随时间按正弦规律变化的。

1. “正弦规律”是交流发电机决定的 如图17所示,交流发电机的转子装有励磁线圈,由原动机带动,以角速度 $\omega$ 旋转。定子内装有导线(图中A、B)。转子的旋转,使励磁线圈所产生的磁力线被定子上的导线所切割,产生感应电势。由于导线中感应电势的大小与它切割的磁感应强度成正比,所以电势不断由零到正的最大值,又减小到零,再到负的最大值,再到零。从而得到正弦规律变化的电压。



2. 用波形图和三角函数式表示交流电 电压或电流随时间的变化过程用函数图形表示出来,称为波形图,如图18(b)所示。图中感应电势 $e$ 随着转子处于不同电角度具有不同的数值,得到图中正弦曲线。由曲线可知,它有三



个基本“要素”:振幅( $E_m$ ),初相位( $\varphi$ )和周期( $T$ )。用三角函数表示时

$$e = E_m \sin(\omega t + \varphi)$$

式中 $t$ 表示转子转动的时间,它与 $\omega$ 的乘积表示转子转动的电角度。由此式可以表达每个瞬时电势的数值。

交流电变化一次所需的时间称为周期( $T$ ),单位是秒。每秒钟变化的次数称为频率( $f$ ),单位是赫,即 $f = 1/T$ 。我国电力标准确定 $f = 50$ 赫,则 $T = 1/f = 1/50 = 0.02$ (秒)。交流电在单位时间内变化的电角度,称为“角频率”,用 $\omega$ 表示,单位是弧度/秒。它与 $f$ 的关系是 $\omega = 2\pi f$ ,例如 $f = 50$ 赫,则 $\omega = 2\pi \times 50 \approx$

314(弧度/秒)。

振幅 $E_m$ 也称最大值。我们平常说电源电压为220伏,它不是振幅值,而是“有效值”(E),它是与直流电有相同发热效果来规定的。 $E_m$ 与E的关系是 $E_m = \sqrt{2} E$ ,例如 $E = 220$ 伏,则 $E_m = \sqrt{2} \times 220 \approx 311$ (伏)。

初相位 $\varphi$ 是计时起点(图中 $\omega t = 0$ 处)所对应的电角度,它反映正弦量的初始值。若 $\varphi = 30^\circ$ , $E = 220$ 伏,则

$$\begin{aligned} e &= E_m \sin(\omega t + \varphi) \\ &= \sqrt{2} \times 220 \times \sin(\omega \times 0 + 30^\circ) \\ &= \sqrt{2} \times 220 \times 0.5 \approx 156 \text{ (伏)} \end{aligned}$$

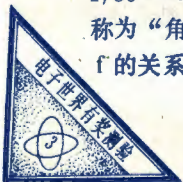
3. 正弦量还可以用矢量来表示 见图18(a),把正弦量用一个具有箭头的线段(矢量)来表示,它以角频率 $\omega$ 作逆时针方向旋转,以振幅 $E_m$ 作为矢量的长度,以矢量初始位置与水平正方向的夹角 $\varphi$ 为初相位。我们称这种旋转矢量为“相量”,记作符号 $\dot{E}$ 。这样正弦量的瞬时值就可以由这个相量在纵轴上的投影表示出来,例如图中 $\varphi$ 角所对应的 $e$ 的瞬时值为 $e_0$ 。为了方便起见,可用图18(c)形式表示。因为在实际工作中经常用的是有效值,所以一般使相量的长度等于正弦量的有效值。

4. 应用基尔霍夫定律时要用相量相加 由于正弦量具有相位这一特殊情况,不能把直流电路的概念与计算方法简单地套用到交流电路中来。例如在某一节点上两个不同相位的电流,或一个支路里两个不同相位的电压,不能用它们的有效值直接相加,而应当用相量相加的方法。当然瞬时值仍然可以直接相加。这个概念是应当特别注意的。

## 九、电容与电感的性质要牢记

1. 电容器可以储存电场能量 向电容器充电,就是把电荷“堆积”在电容器的极板上,储存的电荷量 $Q = CV$ ,单位:库仑=法×伏=安×秒。依此可知,电容器并联时,电容量增加(总电容 $C = C_1 + C_2 + \dots$ );电容器串联时,电容量减小( $1/C = 1/C_1 + 1/C_2 + \dots$ )。这一点与电阻串并联恰好相反。

2. 电容器隔绝直流电、但可以“通过”交流电 这种导通交流电的本质是其两个极板交替充放电的结





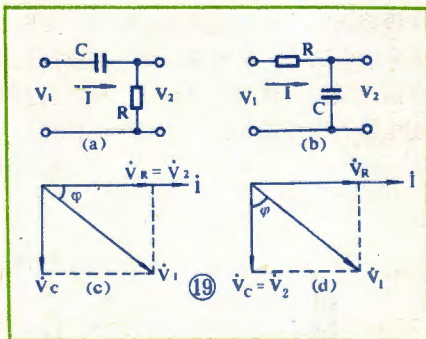


果,并非电流“穿过”了绝缘介质。电容器接入交流电路时,其电流领先于电容上的电压,如果是纯电容电路,则电流领先于电压 $90^\circ$ 。通过电容器的交流电流有效值受“容抗”(X<sub>C</sub>)限制,即 $I_C = V_C / X_C$ ,  $X_C = 1 / \omega C$ ,频率升高,容抗减小。通过电容器瞬时电流的大小是由电压变化的快慢决定的,即 $i_C = C \cdot \Delta v_C / \Delta t$  ( $\Delta v_C$ 与 $\Delta t$ 分别表示电容电压与时间的变化量),不能只看电压数值的大小。

3. 电容器在充电(或放电)时,电容器上的电压不能突然变化 充电时电压逐渐增加,放电时电压逐渐减小。当充有电荷的电容器在断路时,所储存的电场能量仍能保留。这一点在分析电子电路动态过程时是非常重要的。

4. RC串联型交流电路应用较多 在分析电子电路时,经常会遇到作耦合或移相用的两种电路形式,见图19(a)、(b)。两图用瞬时值表示时均可列出方程 $v_1 = v_R + v_C$ ,通过电阻和电容的电流是同一个电流, $i = I_m \sin \omega t$ ,图(c)与(d)分别为图(a)与

(b)的相量图。以电流为参考相量,电阻上电压的相量 $\dot{V}_R$ 与电流相量 $\dot{I}$ 同相,电容电压的相量 $\dot{V}_C$ 落后于电流相量 $\dot{I}$  $90^\circ$ ,而输入电压相量 $\dot{V}_1$ 等于 $\dot{V}_R$ 与 $\dot{V}_C$ 的相量和。图中 $\varphi$ 角是输出电压 $\dot{V}_2$ 与输入电压 $\dot{V}_1$ 的相位差,



相量长度分别表示其有效值。

5. 电感可以储存磁场能量 电感量 $L = N \phi / I$ ,  $L$ 的单位是亨,磁通 $\phi$ 的单位是韦伯, $N$ 是线圈匝数。依此可知,电感的串并联与电阻相似,串联时电感量增加,并联时电感量减小。

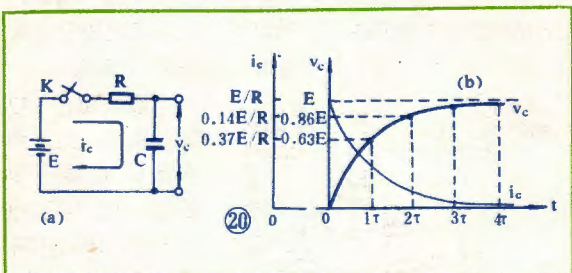
6. 电感可以通过直流电,也可以通过交流电 当通过交流电时,其电流有效值受“感抗”(X<sub>L</sub>)限制,即 $I_L = V_L / X_L$ ,  $X_L = \omega L$ ,频率升高,感抗增加。电感接入交流电路时,通过电感的电流落后于电感上的电压。如果是纯电感电路,则电流落后于电压 $90^\circ$ 。电感上的感应电压由电流变化的快慢决定,即 $v_L = L \Delta i / \Delta t$ ,不能只看电流数值的大小。

这里应强调的是,上述 $X_C = V_C / I_C$ ,  $X_L = V_L / I_L$ ,只适用于以有效值表示的电压电流之间的关系,而不适用于瞬时值。

7. 电感中的电流不能突然变化 电感上的感应电动势总是反对其电流变化的,所以当电感接入电源电阻串联支路时,其电流逐渐上升;而当接有电源的电路突然断开时,在断开处将发生剧烈的打火现象,这时电感将所储存的磁场能量瞬时全部释放,这一点与电容器是不同的。

## 十、RC充放电过程要清楚

1. 电容通过电阻接入直流电源时形成充电过程 电容上的电压 $v_C$ 以指数规律上升,而充电电流 $i_C$ 按指

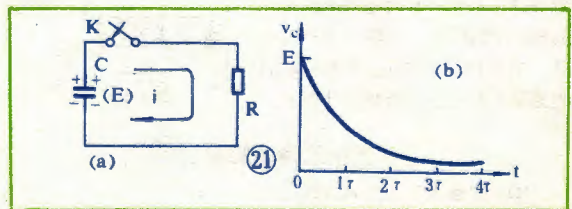


数规律下降。如图20,当合上开关K接通电源E的瞬间,因为电容上初始电压为零,电容器相当于短路,所以这时充电电流最大,等于 $E/R$ ;当 $v_C$ 逐渐上升时, $i_C$ 随之下降。图中时间座标以 $\tau$ 为单位, $\tau = RC$ ,称为“时间常数”,其单位是欧 $\times$ 法=伏/安 $\times$ 库/伏=伏/安 $\times$ (安 $\times$ 秒)/伏=秒。所以 $\tau$ 以时间为单位。电容器充电规律如下表所列。

t	0	$1\tau$	$2\tau$	$3\tau$	$4\tau$
$v_C$	0	$0.63E$	$0.86E$	$0.95E$	$0.98E$
$i_C$	$E/R$	$0.37E/R$	$0.14E/R$	$0.05E/R$	$0.02E/R$

可见,当 $t = 3\tau$ 时,一般可以近似认为电容器上的电压已接近电源电压 $E$ 。 $\tau$ 愈大,充电时间愈长。

2. 已存有电荷的电容器向电阻放电时,其电压电流也按指数规律变化 如图21,当 $t = 3\tau$ 时,可以近似认为已接近放电结束。 $\tau$ 愈大,放电愈慢。

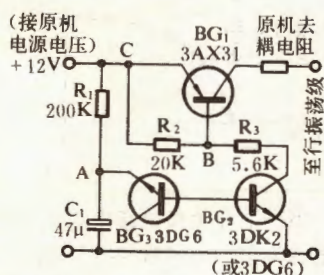






## 晶体管电视机 加装高压延时电路

在由国产 12 英寸显象管组装的晶体管电视机开机数十秒内,灯丝处于欠热状态,阴极在高压强电场的作用下,阴极涂层粒子被强行拉下,久而久之,加速阴极损坏,从而会缩短显象管的使用寿命。因此,晶体管电视机加装高压延时电路,是延长显象管寿命的有效方法。下图为高压延时电路的电原理图。



**原理简介** 电路一接通,由于电容器  $C_1$  两端电压不能突变, A 点电位为零,  $BG_3$  不导通,  $BG_2$  因此截止。同时因  $R_2$  上无电压降, B、C 两点

同电位,  $BG_1$  亦截止,故无直流电压输出,行扫描电路不工作。随着  $R_1$  对  $C_1$  的充电, A 点电压逐渐上升,  $BG_3$  的 b-e 极间反向电阻随之逐渐减小。当 A 点电压上升到 7 伏左右时,  $BG_3$  的 b-e 极间反向电阻降到  $20K\Omega$  左右,使  $BG_2$  的基极电压升高,  $BG_2$  导通。这时流过  $R_3$  的电流增加, B 点电位下降,又使  $BG_1$  导通。只要适当选择  $R_2$  和  $R_3$  的阻值,可以使  $BG_1$  饱和。这样,直流电压才馈送到行振荡级,使行扫描电路正常工作。

**元件选择**  $R_1$  的大小不仅影响延时时间,而且决定  $BG_2$  的基极电流,影响  $BG_1$  的导通程度。经我们实验,当  $R_1$  为  $200K\Omega$ 、 $R_2$  为  $20K\Omega$ 、 $R_3$  为  $5.6K\Omega$ 、 $C_1$

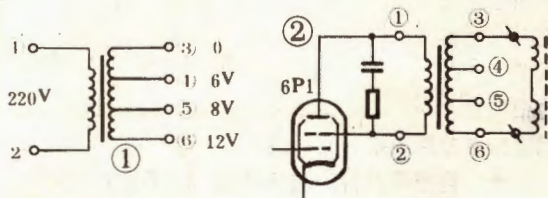
为  $47\mu F$  时,延时时间约为 20 秒,  $BG_2$  基极电流为  $25\mu A$  左右。当  $\beta > 80$  时,集电极电流  $I_{C2} > 2mA$ ,此电流作为  $BG_1$  的基极电流  $I_{B1}$  (除一部分  $R_2$  分流),足以使  $BG_1$  饱和导通。为稳定延时时间,  $C_1$  的漏电流和晶体管的穿透电流应尽可能小。只要元件质量可靠,安装正确,基本上无需调整。 (众豪)

## 电子管电视机 帧输出变压器的 应急代用

国产电子管电视机的帧输出变压器,初级大多是用直径  $0.1mm$  的高强度漆包线绕制的,而且圈数也很多,受潮后易霉断。一旦发生这种故障,光栅就出现一条水平亮线。维修时,为了应急,可用市售的节电变压器或电铃变压器代用,效果良好。

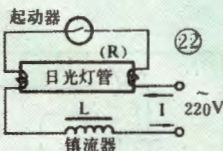
节电变压器的抽头接线图见图 1。代用时,将其初级绕组①、②接至帧输出管 6P1 的屏极和帘栅极,次级绕组③、④接至帧偏转线圈,见图 2。接好后,便可通电试机,如出现局部光栅被拉长或被压缩时,只需稍微调节帧线性电位器,就可得到满意的图象。变压器的次级抽头④、⑤可供调试用。

(杨武征)



### 【思考题】

已知一日光灯电路(图 22, RL 串联电路),接入  $220V 50$  赫交流电源,日光灯管的等效电阻  $R = 300\Omega$ ,镇流器上的电压  $V_L = 189$  伏,电流  $I = 0.365$  安。求镇流器的电感值  $L$  及日光灯消耗的功率  $P$ 。



### 【上期思考题解答】

① 支路电流法:列方程

回路 I  $E_1 - V_{AB} = E_1 - E_3 = I_1 R_1$

$$I_1 = \frac{E_1 - E_3}{R_1} = \frac{6V - 0.7V}{10K\Omega} = 0.53mA$$

回路 II  $-E_2 - E_3 = I_2 R_2$ , 即  $E_2 + E_3 = I_2 R_2$

$$I_2 = \frac{E_2 + E_3}{R_2} = \frac{6V + 0.7V}{20K\Omega} = 0.335mA$$

求电流  $I_3 = I_1 - I_2 = 0.53mA - 0.335mA = 0.195mA$

② 等效电压源法:设 A、B 两点断开,则回路 [I] 的

$$\text{电流 } I = \frac{E_1 + E_2}{R_1 + R_2} = \frac{6V + 6V}{10K\Omega + 20K\Omega} = 0.4mA$$

开路电压  $E_0 = E_1 - I R_1 = 6V - 0.4mA \times 10K\Omega = 2V$

$$\text{等效电阻 } R_0 = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{10K\Omega \times 20K\Omega}{10K\Omega + 20K\Omega} \approx 6.67K\Omega$$

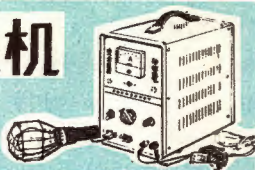
$$\text{电流 } I_3 = \frac{E_0 - E_3}{R_0} = \frac{2V - 0.7V}{6.67K\Omega} \approx 0.195mA$$

两种方法得值相同。





## 手提式充电机 自动控制电路



蓄电池充电一般分两个阶段进行：第一阶段用大电流，第二阶段用小电流（通常减少一半）。当电瓶电压上升到最大值（即6V电瓶升到7.5V左右，12V电瓶升到15V左右）时，第一阶段充电结束。这时如果继续用大电流恒充，就可能造成铅极板弯曲而损坏。因为这时极板表面电量已经饱和，而内部电量不足，所以要减小充电电流，使其慢慢取得内外平衡。

我们参考国外资料，设计制造了手提式自动充电、安全照明两用机（见题头照片），经有关单位技术鉴定和实际使用证明，该机性能良好。现将其自动控制电路介绍如下：

图示是自动充电控制电路。来自可控硅整流电路的直流电压，通过分压电阻 $R_1$ 、二极管 $D_1$ 触发可控硅 $KG_1$ 使其导通，实现对电池的大电流充电（第一阶段）。随着充电时间的增长，电瓶电压不断上升直至最大值（如12V蓄电池上升到15V）。这时，由 $R_1$ 和 $W$ 组成的分压器，促使稳压二极管 $D_2$ 和可控硅 $KG_2$ 导通，分压电阻 $R_3$ 下端对地“短路”，其电压近似为零。 $KG_1$ 因失去触发电压而关闭，第一阶段充电停止。当充电停止后，蓄电池电压会自动降落（这是蓄电池本身性质决定的）。当电瓶电压低于15V， $D_2$ 和 $KG_1$ 就截止，充电恢复（实际上只有一瞬间），这样充一停一充，反复进行，将恒充改变为间歇充电，在相同时间内，充电量等于减少一半，电瓶转入第二阶段小电流充电。

这种自动装置还有一个优点。随着电瓶电量的增加，充电时间成反比减少，而停充时间则按正比增加，所以电表指针逐渐趋向零位，表明充电过程趋向结束。这是一种与电瓶性能要求相吻合的自动控制，比用继电器突然中止充电要先进和科学得多。

另一方面，由于利用晶体管的开关特性，实现无触点开关控制，电路简单，且没有有触点开关的触点磨损、烧焦、爆火等弊病，从而增加了自动控制的稳

定性和控制装置的寿命。

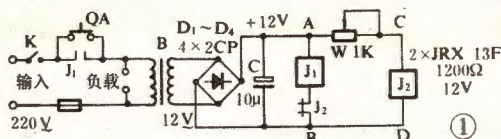
这种自动控制电路的缺点是，第二阶段充电开始时，电表指针会抖动，看起来不舒服。从工作原理可知，这种抖动是没有关系的。

另一方面，由于蓄电池型号、规格不一样，即使是同一种型号、规格的蓄电池，由于制造工艺和使用保养情况不同，其最高电压承受能力也有差异。所以，在第一次给电瓶充电时，自动控制定位（即 $W$ 滑动臂位置）需要根据实际情况确定。

（奚国泰）

## 简易过压 保护器

在电网电压不稳定且经常高于220V的地区，为了保护电视机、录音机或类似用电器免受电源过压的损坏，可以给用电器安装过压保护器。图1是一种结构简单、安装调整容易、工作可靠的简易过压保护器电路原理图。



按下起动按钮 $QA$ ，保护器电路接通，经桥式整流和电容器 $C$ 滤波后的12V直流电压加在 $AB$ 两端，继电器 $J_1$ 工作，常开触点 $J_1$ 闭合，电源自锁。松开起动按钮，保护器正常工作，负载得到与输入端相同的电压。当电网电压超过“过压整定值”时，继电器 $J_2$ 工作，常闭触点 $J_2$ 断开，继电器 $J_1$ 因失电而释放，常开触点 $J_1$ 断开，切断负载电源，控制电路也同时停止工作。在电网电压高于“过压整定值”的情况下，按下起动按钮时，继电器 $J_2$ 很快吸合，使电源不能自锁，用电器得不到电源而无法起动。当电网电压恢复正常时，重新按控制器起动按钮，用电器即可正常起动运行。开关 $K$ 供在用电器不工作时切断保护器电源之用。“过压整定值”由电位器 $W$ 调定。

变压器 $B$ 选用初级220V、次级12V的3W左右小型变压器。整流二极管用2CP型，要求耐压30V、电流25mA，也可用 $bc$ 结完好的3AX31型等废晶体管代。 $J_1$ 和 $J_2$ 采用JRX-13F型高灵敏继电器，直流电阻

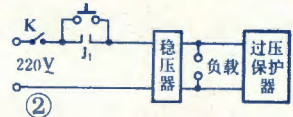




1200Ω, 工作电压12V。起动按钮可自制, 也可用1×2开关代替。

将所有元件正确无误地焊装好后即可调试。为便于调整, 可借助手动升压器, 先将升压器输出调至220V, 按动起动按钮, 继电器J<sub>1</sub>应工作, 其常开触点J<sub>1</sub>吸合, 负载(可用一盏白炽灯代)得到正常工作电压。若继电器J<sub>1</sub>不动作, 可增大电容C的容量, 使AB间电压为12V。调整W使CD之间电压为10.5~11V。微调升压器输出到240V左右, 观察继电器J<sub>2</sub>是否动作。若J<sub>2</sub>动作, 白炽灯应熄灭, 则调整工作结束, 控制器即可正式使用。过压整定值的调整关键在于W的调整, 该值可按各自要求自行确定。

该过压保护器既可单独用来保护电视机等用电器, 也可配合升压器或交流稳压器使用, 起同时保护用电器和稳压器的作用, 只要将继电器J<sub>1</sub>的常开触点接在交流稳压器之前, 而将过压保护器装在稳压器之后即可(见图2)。

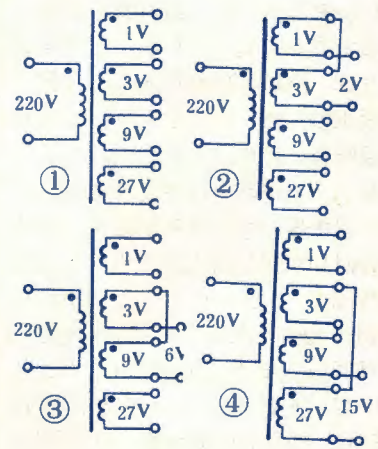


(刘小兴)

## 变压器的妙用

图1是一个有四个次级绕组的电源变压器, 它可以用最少的次级绕组提供变化范围很宽的输出电压。这样可以给实验制作带来很多方便。

该变压器设有1V、3V、9V和27V四个次级绕组, 图中黑点表示同相端。只要改变这四个次级绕组的接法, 便可获得1~40V之间的任意电压。例如: 将1V



和3V绕组反相串联后, 可得到2V输出电压, 如图2所示; 将3V和9V绕组反相串联后, 可得到6V输出电压, 如图3所示; 将3V和9V绕组同相串联后, 再和27V绕组反相串联, 可得到

15V输出电压, 如图4所示, 其余依此类推。

附表列出了1~40V输出电压值的对应接法。其中“+”表示次级绕组同相串联, “-”表示反相串联, “0”表示不使用的绕组, 这些不使用的多余绕组, 还可以另接其它负载。

在具体绕制时, 应根据所需功率选择铁芯和漆包线线径。

输出 电压(V)	1V 绕组	3V 绕组	9V 绕组	27V 绕组	输出 电压(V)	1V 绕组	3V 绕组	9V 绕组	27V 绕组
1	+	0	0	0	21	0	+	-	+
2	-	+	0	0	22	+	+	-	+
3	0	+	0	0	23	-	-	0	+
4	+	+	0	0	24	0	-	0	+
5	-	-	+	0	25	+	-	0	+
6	0	-	+	0	26	-	0	0	+
7	+	-	+	0	27	0	0	0	+
8	-	0	+	0	28	+	0	0	+
9	0	0	+	0	29	-	+	0	+
10	+	0	+	0	30	0	+	0	+
11	-	+	+	0	31	+	+	0	+
12	0	+	+	0	32	-	-	+	+
13	+	+	+	0	33	0	-	+	+
14	-	-	-	+	34	+	-	+	+
15	0	-	-	+	35	-	0	+	+
16	+	-	-	+	36	0	0	+	+
17	-	0	-	+	37	+	0	+	+
18	0	0	-	+	38	-	+	+	+
19	+	0	-	+	39	0	+	+	+
20	-	+	-	+	40	+	+	+	+

(李 援)

## 《生命在电波中闪光》

一书即将出版发行

《生命在电波中闪光》一书是对战争年代通信人员的真实回忆和记录。该书共收集了二十八篇作品, 其中有反映通信事业发展的《红军电台的诞生》、《创造力的结晶》、《真理的声音》; 有反映英雄人物的《生命在电波中闪光》、《忆牛保才》、《向我开炮》; 有反映通信人员深入白区和打入敌人心脏开展敌后斗争的《黄浦风浪》、《在军训小组里》; 有反映保障党中央、毛主席指挥的《东征记》、《运筹帷幄, 决胜千里》; 还有反映人民群众与通信战士血肉相连的《地道里的电台》、《铜墙铁壁》等。该书内容丰富, 生动感人, 是对各条战线上的通信人员进行传统教育的好教材。

该书由解放军文艺社出版。新华书店北京发行所已向各地书店征订(见《社科新书目》第37期)。





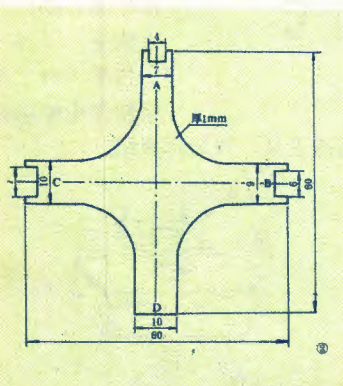


# 业余电子爱好者的专用工具

为便于装修工作，一个业余电子爱好者除应具备一些常用工具（见本刊1981年第7期）外，尚需购置或自制一些专用工具。如插座扳手、无感改锥、手摇钻及各种规格的钻头、丝锥与丝板、螺母扳手以及小台钳等。有了这些专用工具，对制作、安装来说将方便不少。

## 一、插座扳手

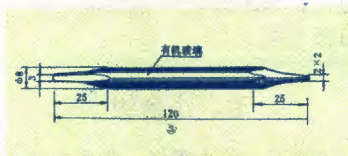
主要用于装卸耳塞机插座、外接电源插座时，拧紧槽形螺母（图1）用。读者可按图2尺寸自制。图中A、B、C三种尺寸适用于常见的三种不同尺寸的槽形螺母；D用于装卸半导体收音机的后盖螺母。如需自制，可选用1mm厚的薄钢板按图锉成。钢板以中碳钢为



好，因为它可以淬火增强刚性，但业余者往往容易弄到低碳钢板，直接锉成也好使用。当然也可用镀锌铁丝，头部砸扁锉成，再装上一个把，做成如图1所示的形状（只限一种尺寸）。

## 二、无感改锥

调节中频变压器、高频电感磁芯时，如采用金属改锥，调好电感量后，一经挪开改锥，电感量就变化而失谐，影响调节的准确性。所以必须使用一种用非金属材料（如

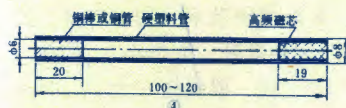


有机玻璃等）自制的无感改锥，如图3所示。一头为扁形（与普通改锥同）；另一头为方棱形（调方孔磁芯用）。

## 三、电感测试棒

电感测试棒又叫铜铁棒（图4）。供收音机统调时鉴别电感量大小用。制作方法是：找一段100~120mm的绝缘管（硬塑料管或竹管），一端嵌入一段铜棒或铜管（ $\phi 6 \times 20$ ）；另一端嵌入一个高频磁芯（M6 $\times 19$ ）即成。

检测收音机统调情况时，先用磁性端靠近线圈，如收音机输出增加，则说明线圈电感量不够，应增



加电感量（因磁性端靠近的结果增加了电感量）。当铜棒端靠近线圈时，如收音机输出增加，则说明线圈电感量过大，应减小电感量（因铜棒靠近的结果，感应了高频电流，形成涡流，减小了电感量）。

## 四、手摇钻及钻头

手摇钻（图5）供金属底板或印制电路板打孔用。一般选用6mm的（可供装卡的最大钻头直径）一



种即可。选购时应注意摇动时，被卡紧的钻头不应有摆动现象，转动灵活自如，且三爪在松和紧的状态下，均应保持对称一致。

可配用 $\phi 6$ 以下的若干钻头。如： $\phi 0.8$ 、 $\phi 1$ 、 $\phi 1.5$ 、 $\phi 2$ 、 $\phi 2.5$ 、 $\phi 3$ 、 $\phi 3.3$ 、 $\phi 4$ 、 $\phi 5$ 、 $\phi 6$ 等。

## 五、丝锥与丝板

丝锥（图6）主要用来对金属、有机玻璃、塑料等攻丝扣（内螺纹）用。业余者最常用的为公制M3、M4两种（每种共三只，分头攻、二攻和三攻）。操作时应将丝锥方棒插入丝板（图7（a））中部方孔中去。攻丝前先打孔，M3的底孔



# 全国晶体管台式收音机技术座谈会在京召开

由国家广播电视工业总局召集的,以提高音质、节省能源、降低成本为目的“全国晶体管台式收音机技术座谈会”于7月20日~27日在北京召开。到会代表120多人,会上总局领导和国家科委负责同志讲了话,四机部三所的同志作了测试分析总结和音质试听小结,代表们进行了广泛的技术交流。找到了与国外产品的差距,认识到节能的重要性,同时也认识到必需寻求改善音质、降低成本的各种新途径,以适应人民对物质、文化生活的更高需求。

收音机是当前我国十大消费品之一,近年来发展很快。1979年产量为1300多万台,1980年达3000万台,今年上半年达到1917万台,预计年底可达4000万台。用户手中已有1亿4千万台左右,平均每7人一台。收音机已从城市普及到农村和边疆,这是可喜的成果。但在收音机发展中也相应地存在一些亟待解决的问题。

譬如,一方面群众反映名牌产品买不到,另一方面某些产品因粗制滥造、质量低劣、外观陈旧、价格高昂,造成滞销积压。目前群众需要的是好听、美观、便宜的新产品。因此,改善音质、改进造型、增加花色品种、降低成本等工作已经提到议事日程上来。

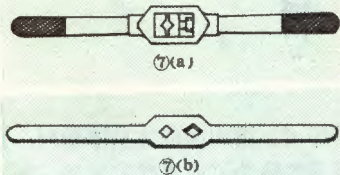
另一个是节能问题。节能是我国一项长期重要的战略方针,要从一点一滴做起。目前全国有1450万台电子管收音机,按每台耗电45瓦计,若同时开机,耗电约65万瓩,相当一座新安江水电站的发电能力,耗电之大,十分可观。考虑到节能及节省其它资源,用晶体管台式机取代电子管收音机,已迫在眉睫。

仅此两例,已清楚说明收音机必须革新才有发展前途,才符合国家能源政策。这次会前半年多,全国十八个省市、49个厂家经过努力,已研制出62种型号120台晶体管样机,这些样机经统一测试和试听,并与同类电子管收音机(红灯711-3型,海燕D322-1型)进行对比,结果评出11种性能良好的机器,其中5种已接近电子管收音机音质水平,其电路特点和测试性能如封三附表所列。这些初步成果,已经说明用晶体管台式机取代电子管收音机不仅必要,而且可能。

会议结束时,总局领导同志又指示,要进一步做好研究工作,统一思想,提高认识,坚定信心,把用晶体管台式机取代电子管收音机的工作作为重点抓,争取两年之内从数量、质量上解决问题,拿出优质产品供应市场。

(本刊通讯员)

直径为 $\phi 2.5$ ; M4的底孔直径为 $\phi 3.3$ 。丝扳一般选用长度为130mm的一种即很合用。如果自制,可按图7(b)加工。



## 六、螺母扳手

一般小螺母的紧固可用平口钳或扁口钳完成。固定像电位器一类稍大的扁螺母时,可使用如图8所示的扳手。也可按图中所标尺寸仿制(用2~3mm厚的钢板制成,长约100mm)。当然如能找到中碳钢扳,加工后再淬淬火就更好了。



## 七、小台钳

加工一些小零件,常常需将工件固定,有一个台虎钳当然非常理想。但专用的台虎钳价格较高,业余者可按图9自制一个木台钳。其制作要点如下:

① 按图示尺寸加工两块方木。最好用硬杂木(如水曲柳、柞木等),强度好、变形小。

② 找一根丝杠(大约150~200mm),丝杠六方头上横向打一个孔,内穿一根拨杆( $\phi 6$ ),拨杆应能在孔中自由串动。

③ 钳口处固定两块角钢(25×25×3mm),长度与方木一致。用木螺钉拧在方木上。

④ 长方木A面距顶端50mm处,穿丝杠的孔口应扩成六方形,嵌入一个螺母,并用一块厚2mm的钢板封盖,用木螺钉把盖板拧在长方木上(图9(b))。

⑤ 如再按图示方法装上一块弹簧钢板,则在松丝杠时,钳口便

自动弹开,使用更方便。

使用时,将木台钳固定在工作台的桌腿上。钳口张开最大约50~60mm,过大则因结构特点的限制,无法夹紧。

除上述而外,还有一些工具,如手钢锯、木工锯、板牙及板牙架、油石、毛刷等,不再一一枚举。对于业余制作中使用的

特殊工具,以后再介绍。

