

电子世界

1984 年最新

APPLE-II 操作系统
Pro DOS 问世



► 大量供应各系列数字集成电路和线性集成电路

向拥有 APPLE-II 微型机的用户提供整套软件

各种软件计有数百种，拟分批提供。
首批提供的软件见本期正文目录页。随时
提供最新软件。备有详细目录，函索即寄。

联系地址：北京东城电教技术部

(北京1680信箱软件组)

电话：44.4618

电挂：1680



北京东城电教技术部
航天部飞行器总体设计部

9
1984

工作效益高 应该懂电脑 信息传递快 必须用电脑

欢迎订购《电脑知识手册》

(海洋出版社出版)

《电脑知识手册》是一部以普及为主的工具书。全书以篇、章、条目为华；以基础、硬件、软件、应用为序，共收1500条，约100万字。既有计算机基础理论，又有计算机科普知识；简明实用，通俗易懂，纲举目张，方便查阅。是工交商、林农水、文教卫企事业单位的各级领导、工程技术人员，经济管理干部的一把打开知识宝库，开扩电子视野的钥匙；是国家干部学习电子计算机技术必备的参考书；是大中小学教师普及电脑知识，进行教学的工具书。也可供有志于电脑事业的广大青年自学之用。

《电脑知识手册》的主要内容是：

基础篇有：

电子计算机的发展及分类；数学基础(1)；数学基础(2)；电路基础知识。

硬件篇有：

硬件概述；指令系统；中央处理机；存储系统；输入输出系统；系统设计；微型机。

软件篇有：

软件概述；汇编语言及程序设计；常用语言；高级语言；算术设计；数据结构；操作系统；编译系统；数据库。

应用篇有：

科学计算；数据处理；人工智能；设计自动化；管理及其它应用。

订购办法：

(一)精装每册定价8.40元，平装每册6.5元，单位订购另加10%的包装邮挂费。个人订购每册只收邮挂费0.12元。

(二)预订书款通过银行信汇和邮汇均可，务请在汇款凭证上写明书名、册数及收件人单位、姓名、详细地址，字迹切勿潦草，以免投寄错误。请勿用电汇。

(三)收款单位：武汉振兴书刊发行公司

地址：武汉市武昌徐家棚四美塘104号

电话：78310

(四)开户银行：人行武昌徐家棚办事处

帐号：24—0165—1

(五)收订时间：自即日起至1984年10月30日止，以邮戳为凭。

本书系16开本，分精装和平装两种，1985年2月份由《海洋》出版社出版，武汉振兴书刊发行公司发行。凡需订购者，请速办理手续。



武汉振兴书刊发行公司

浙江萧山楼塔电子管厂

邮 购 目 录

品 名	BV _{ceo}	单价	品 名	BV _{ceo}	单价	品 名	BV _{ceo}	单价
3DG 6	> 6 V	0.05	3DD15A	> 6 V	0.15	DD01A	> 6 V	0.15
3DG 6 A	>15V	0.07	"	>15V	0.25	"	>15V	0.20
3DG 6 B	>25V	0.10	"	>30V	0.30	"	>30V	0.25
3DG12	> 6 V	0.10	"	>50V	0.35	"	>50V	0.30
3DG12A	>15V	0.12	"	>100V	0.40	DD01B	>100V	0.40
3DG12B	>25V	0.15	3DD15B	>150V	0.70	3DA87A	>100V	0.40
3DG201A	>15V	0.05	3DD15C	>200V	1.00	3DA87B	>150V	0.60
3DG201B	>25V	0.07	3DG56A	>15V	0.15	3DA87C	>200V	0.80
3CG21A	>15V	0.15	3DG80A	>15V	0.15	3DA18	>25V	0.50
3CG21B	>25V	0.20	3DD100W	>25V	2.00	3DA14	>25V	0.50
红发光二极管		0.24	3DD200W	>25V	4.00	3DD300W	>25V	6.00
绿发光二极管		0.30	杂无漆 $\frac{1}{8}$ W电阻		0.005	3AD11	>25V	1.00
S3DD15A (塑封)	>15V	0.50	SDD01A (塑封)	>15V	0.40	二 极 管	1 A/100V	0.15
"	>30V	0.70	"	>30V	0.60	"	1 A/300V	0.30
"	>50V	0.90	"	>50V	0.80	"	1 A/500V	0.45
S3DD15B (塑封)	>150V	1.20	SDD01B (塑封)	>100V	1.00	"	1 A/700V	0.60
S3DD15C (塑封)	>200V	1.50	二 极 管	2-3A/100V	0.30	"	1 A/900V	0.75

注：一、上列三极管H_{FE}值一律大于20。均有型号，无色标。

二、中、小功率管每次不论数量多少付邮资0.20元。大功率管另加0.80元。

三、款到30日内保证发货。

四、为了少出差错，请你将所需品种、数量详写在汇款单附言栏内，不要单独来信或平信中夹寄现金。地址一定要详细书写，不要简化，字体正楷，切勿潦草，谢谢。

地址：浙江萧山楼塔

电话：直 达

开户银行：浙江萧山楼塔营业所
帐 号： 0 6 1 0 1 6 8

上海市半导体器件工业公司经理部简介

本部是公司产品销售业务主管部门(销售科), 又是直接经销公司各厂(所)生产的各种半导体二极管、三极管、光电器件和集成电路的企业单位。

本公司是生产半导体器件的专业公司, 下属有25个厂(所)。公司引进国外先进生产线和先进设备, 有的引进国外管芯, 后道加工。公司自己生产硅材料和封装配件, 技术力量雄厚, 生产品种齐全, 成套性强, 质量可靠, 价格合理。本部经销产品, 供应给单位按出厂价格, 副品经过严格测试, 分档按质定价, 供应个人和业余爱好者, 本部门市备有现货, 可以签订供货合同和长期协议。还可办理邮购业务和代办邮寄托运。下面介绍部分副品零售价格, 单位需要, 价格优惠。

器 件 名 称	型 号	单 价(元)	器 件 名 称	型 号	单 价(元)
小功率稳压电源	5 G14	0.30	硅整流管	2 CP	0.05—0.18
中增益运算放大器	5 G23	0.40	硅高频粒子	2 DG	0.07—0.20
高增益运算放大器	5 G24	0.45	硅阻尼管	2 CN1	0.35—1.00
低功耗运算放大器	5 G26	0.45	硅阻尼管	2 CN3	0.05—1.20
	5 G27	0.45	硅高整流管	2 DP5	0.25—1.40
高阻抗运算放大器	5 G28	0.70	硅开关管	2 C K	0.04
功率放大器	5 G31	0.80	硅整流堆	QL0.3A	正处0.80
伴音中放鉴频电路	5 G32			QL1A	0.65
功率放大器	5 G37	0.80		1/2QL	0.40
低增益运算放大器	5 G922	0.20	发光二极管	LD红	0.30
中增益运算放大器	FC 3	2.50	发光二极管	LD绿	0.40
高增益运算放大器	FC 52	1.20	发光二极管	LD黄	0.40
高增益低功耗运算放大器	FC 54	1.50	双基极管	BT33	0.25
功率驱动器	SF 404	4.50	硅高压硅堆	2 DGL15KV	0.80
电视前级图像通道电路	SF 1144	2.50	硅高压硅堆	2 DGL20KV	2.00
电视行扫描电路	SF 1166	2.50	锗低频小功率管	3 AX31	0.10—0.20
电视后级图像通道电路	SF 1167	3.00	锗低频小功率管	3 BX31	0.10—0.20
电视场扫描电路	SF 581	7.00	锗低频小功率管	3 AX81	0.15—0.25
电视稳压电路	SF 582	2.00	锗低频中功率管	3 AX83	0.15—0.35
电视伴音通道电路	SF 583	3.00	锗高频小功率管	3 AG1	0.10
双前置放大器	SL 30	0.60	锗高频小功率管	3 AK 20	0.10
功率放大器	SL 32	0.70	硅低频小功率管	3 DX 201	0.06—0.25
功率放大器	SL 33	1.00	硅高频小功率管	3 DG 6	0.10—0.25
功率放大器	SL 34	1.00	硅高频小功率管	3 DG 201	0.06—0.18
功率放大器	SL 36	2.00	硅高频小功率管	BS13	0.20
功率放大器	SL 37	2.30	硅高频小功率管	3 DG 56	0.20
	SL 315	0.50	硅高频小功率管	3 DG 80	0.20
发光显示驱动器	SL 322	1.50	硅高频小功率管	3 CG 15	0.15—0.45
荧光显示管驱动器	SL 323	1.00	硅高频小功率管	3 CG 21	0.15—0.45
线性五灯LED电平指示驱动器	SL 325	0.80	硅高频小功率管	3 CG 22	0.30—0.60
对数型七灯LED电平指示驱动器	SL 327	1.20	硅高频小功率管	3 DG 12	0.15—0.35
发光显示驱动器	SL 328	1.00	硅高频小功率管	DG 304	0.50
功率驱动器	SL 349	1.20	低频中功率管	2 G 424	0.20—0.50
功率驱动器	SL 404	2.50	低频中功率管	D1162	0.55
时基电路	SL 555	0.60—1.00	高频高反压大功率管	3 DA87	0.15—0.45
电平指示驱动器	SL 1405		高频高反压大功率管	D 401	0.15—0.35
双前置放大器	SL 1452	1.00	低频大功率管	3 AD 6	1.00—1.80
调频调幅中放电路	SL 1018C		低频大功率管	3 AD 30	1.20—2.50
硅集成稳压电源	WA6V	0.20	低频大功率管	3 AD18A	5.00
硅集成稳压电源	WB6V	0.30	低频大功率管	3 AD18B	2.00
硅集成稳压电源	WB12V	0.80	低频大功率管	DD01	0.50—1.20
硅集成稳压电源	WB24V	1.00	低频大功率管	DD03	0.70—1.50
硅集成稳压电源	WB0.5A6V	0.50	低频大功率管	DD 15	0.90—1.80
硅集成稳压电源	WB0.5A12V	1.00	低频大功率管	DD15行管	2.50
硅集成稳压电源	WB0.5A24V	1.30		DF104	0.40—3.50
硅集成稳压电源	WB1A6V	0.60		CD77—1	1.20—5.00
硅集成稳压电源	WB1A12V	1.20		CD77—2	1.00—4.50
硅集成稳压电源	WB1A24V	1.60		3 CT5A	0.90—5.00
硅集成稳压电源	WB705	正处0.40		B337	1.00—1.80
锗检波二极管	2 AP	0.03	低频大功率管	3 DD21	2.00—4.00
锗阻尼管	2 AN 1	0.20—0.80			

本部地址: 上海市南京西路656号

电话: 538803 538720

电报: 2840

开户银行: 静安区办

帐号: 0740017

电子世界

1984年第9期(总60期)

目 录

特约稿

我国电子工业的蓬勃发展

.....电子工业部办公厅政策研究室 于致阳 (2)

现代电子技术

卫星广播电视浅谈.....张印楠 (4)

现代磁带录象机技术.....新 泉 (8)

电子新闻..... (7)

光电数字式转速表 隔离式低噪声放大器 电

子探空仪 新颖的健康游艺机 HZX-12型字

符显示终端 频率合成函数发生器 高能电子

点火器 低频低噪声高增益晶体管

盒式录音机的自动换向原理

和实例.....刘 业 (10)

可调单结晶体管简介.....姚志忠 任永忠 (12)

怎样选用微型电子计算机.....柳维长 (20)

实验与制作

FM/MW收音机的数字频率显示.....周爱氏 (14)

OCL功率放大器设计的基本方法 (1)

前置放大器设计.....熊宝文 侯葆芳 (17)

三色发光二极管电平表.....王永放 (21)

断电应急照明装置.....孙德志 (32)

使用与维修

日立彩色电视机调谐器检修两例.....李 南 (24)

扩音机与扬声器配接实例(下).....王德源 (22)

学习与思考(自修辅导)

《低频电子电路》

自修辅导材料(二).....张连春 (26)

仪器与工具

组合式业余电子测试仪器的制作 (7)

晶体管、场效应管测试器.....近 程 (28)

入门篇

收音机中的音调控制器.....辛 加 (30)

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 一 二 〇 工 厂

北京市东城电教技术部

向APPLE-II计算机用户提供成套软件

配有详细使用手册

本部为APPLE-II用户准备了有突破性内容的最新版本软件,配有详细使用手册。并可为用户提供周到的技术咨询和服务。首批提供的软件有:

1. Pro DOS 是APPLE公司1984年推出的最新操作系统。具有分层文件结构及窗口管理功能。能管理多个磁盘机和硬盘。可在同一张磁盘上容纳若干个逻辑卷,每卷可存放一种文件。存取文件的速度比DOS快4~8倍。配有两张软盘和一本32开(下同)150页英文使用手册,定价110元。

2. dBASE II数据库管理系统 是国际上应用最广的畅销软件系统。是建立和管理数据库的利器。本软件是最新的2.3版本。除可用于APPLE-II机外,还可用于具有CP/M操作系统的任何微机。配有两张软盘和一套560页的中文使用手册,定价120元。

3. WORD STAR文字系统 是风行微机世界的功能最强的文件处理系统。可用键盘随意输入、打印、存储、查询任何形式的文件、书信及表格。还可在屏幕上任意修改文件的空格、字母、词组甚至整段文字。配有一张软盘和300页使用手册,定价60元。

4. VISIREND/VISIPILOT图形系统 使APPLE-II成为一个连续或离散时间函数的图形处理系统。可在屏幕或打印机上得到图形及统计图表等。具有丰富的数学手段,可在企业管理中分析动态、执行线性回归、进行市场预测、计划生产、判定发展动向和财务规划等。配有一张软盘和一本250页的中文使用手册,定价60元。

5. PASCAL 是结构完善、资料完整、设计优良的简易高级程序语言。应用在APPLE-II上可进行严谨的程序设计。比原来的PASCAL增加了图形处理及游戏控制等功能。配有4张软盘和一本300页的中文使用手册,定价210元。

6. APPL-II微机程序集锦 包括80个实用而又生动有趣的程序实例,其中有帮助程序员编制调试程序、提高I/O能力、微机教学、绘图、多种游戏和其它参考程序,每个程序都经过了严格的测试,准确无误,并已录制在软盘上。是一套指导学习计算机的良好用书。共三张软盘,每盘配一本书(中文,每册近200页),单价60元。

为保证供应,采用事先汇款的办法预订。欲购买上列软件的计算机用户,请按上列价格将款汇至北京1680信箱软件组,并在汇单附言栏内写明软件名称及数量。银行汇款请寄北京东城分行安定门分理处,帐号4603130。预订10月底截止。目前印刷厂正在赶印使用手册,12月份陆续寄发。

电子信箱..... (25)

读者服务窗..... (16, 19, 20, 23, 24, 32)

总发行 北京报刊发行所
订购零售 全国各邮电局
国外总发行 中国国际图书贸易总公司
国外代号 M179
国内代号 2-892
(中国书店 北京2820信箱)
定价0.22元 每月15日出版

我国电子工业的蓬勃发展

电子工业部办公厅政策研究室

于致田

我国电子工业是新中国诞生后创建与发展起来的新兴工业部门。解放前夕,全国只有10多个小厂,从业人员共4千多人,总产值约495万元,设备简陋,主要依靠进口元器件从事装配和维修。经过建国后35年来的建设,克服重重困难,从小到大,从维修到制造,从仿制到自行设计,迅速发展壮大,已经具有相当规模。现在已经能够主要依靠国产电子元器件生产三十多类,两千多个品种,数千种型号的电子设备,其中有些精密复杂的产品,达到了国外同类产品的先进水平,能够向国防、国民经济建设和人民生活提供大量电子产品。

回顾我国电子工业的历史,发展的历程是曲折的。

艰苦创业 摸索前进

全国解放后,我们接管了官僚资本的11个无线电小厂。1950年政务院决定设立电信工业局,主管电子工业,中国的电子工业就此诞生。

三年国民经济恢复时期,克服困难,迅速恢复和发展了生产,并开始了产品的研究开发。三年间产值增长了4.8倍,主要产品产量增长了2~3倍,从修理装配到能自制一些元器件和通信设备,并开始掌握了一套收音放大管的生产技术,这在当时是个很大的进步。

第一个五年计划期间,国家投资建设和改造80多个项目,其中新建27个,有8个国家156项重点项目的组成部分。我国电子工业的一些骨干企业,北京电子管厂、华北无线电器材厂、北京有线电厂、宝鸡长岭机械厂、成都宏明无线电器材厂等,都是这个时期建成的。此外,上海、天津、江苏、辽宁等省市先后建立了地方电子工业。同时创建了两个研究所和8所中专中技校。从此,我国电子工业开始向中央与地方相结合、沿海与内地相结合、生产与科研教育相结合的方向发展。到1957年已能生产电子管、电阻、电容等多种基础元器件和雷达、导航设备、广播发射设备、无线电通信设备、电子仪器以及收音机、电唱机、录音机等,初步形成了多品种多门类的生产形势。与1952年相比,产值增长7.8倍,主要产品产量增长十几倍乃至上千倍,初步奠定了我国电子工业的基础。

在第二个五年计划和三年国民经济调整时期,电

子工业经历了曲折的发展过程。1958~1960年,电子工业产值增长了6倍;主要产品产量增长最低的(如收音机)是3倍,最高的(如录音机、无线电专用设备)达40倍以上。还研制了1千瓩中波广播发射台,10频道电视发射台、黑白电视接收机。1958年开始了计算机的研制,当年就研制出小型计算机,1959年又研制出大型计算机,并初步掌握了半导体技术,发展了半导体器件生产。但是,由于受“大跃进”左倾错误的影响,出现了一些盲目性。在三年调整时期,产值产量出现了较大幅度的下降。这八年中,国家在经济极为困难的情况下,仍支持电子工业进行了较大规模的基本建设和技术改造,建成投产项目38个,其中有22个是大中型骨干企业,建成了9个电子研究所。在建新厂的同时,对一些老厂进行了技术改造,扶植地方电子工业的发展,以北京、成都、西安、宝鸡等城市为中心,建设了一批电子企业群,形成了初具规模的电子工业基地。1963年,国家决定设立全国电子工业主管部门——第四机械工业部,使电子工业成长壮大为独立的工业部门。

“文化大革命”时期,林彪、江青反革命集团在关系电子工业发展的重大关键问题上,进行了一系列严重干扰破坏,使电子工业发展受到很大的挫折。但是,由于老一辈无产阶级革命家对电子工业发展的关怀,许多干部、职工对林彪、江青反革命集团在一定程度上的抵制,使电子工业在若干领域中仍继续取得进展。生产规模进一步扩大,新建项目71个,其中大型项目57个,虽然有的钻山过深,造成很大浪费,但就大多数项目来说,还是发挥了重要作用。在内地建设起若干个科研生产基础,从改善工业布局来讲,也有重要意义。各省、市、自治区普遍建立起地方电子工业,成为电子工业的重要方面军。在科研试制方面,配合卫星、氢弹和火箭试验等重点工程研制的电子设备,保证了试验的成功,自行研制成功卫星地面站,彩色电视发射设备,第三代计算机,发展了激光红外技术,试制成功小同轴300路载波机、大功率单边带发射机、散射通信机等设备。1966年研制出第一块集成电路并投入批量生产。半导体、集成电路的研制与生产取得进展,推动了电子装备的小型化。但是,这十年正是国际上电子工业飞跃发展的时期,我国电子工业总的来说,发展速度不快,经济效益较差,使过去





与国际水平缩小的差距，又进一步拉大了。

积极调整 初见成效

近几年，特别是党的十一届三中全会以来，我国电子工业认真贯彻“调整、改革、整顿、提高”的方针，逐步走上了健康发展的道路，出现了大好形势。

(1) 生产大幅度增长 1983年与1978年相比，电视机年产量增长12倍，其中彩色电视机增长141倍，录音机增长98倍，广播电视设备增长152倍，袖珍计算器增长117倍。近年来还开始了微型计算机的生产。1983年电子工业总产值比1982年增长30%，利润比上年增长90%，利润增长超过产值增长，创历史最好水平，提前两年完成“六五”最后一年计划指标。

(2) 科研和新产品试制成果显著 1978年至1983年完成新品试制项目约11000项，其中1983年4476项，有些项目填补了国内空白，或达到和接近国际先进水平。重大科研项目方面，有为我国向太平洋发射运载火箭、水下发射火箭、试验通信卫星研制和提供的电子仪器和设备，性能稳定可靠，保证了试验的成功。特别是为试验通信卫星承担的测控分系统、通信分系统，达到了先进水平。几个卫星地面站在较短时间内就顺利进行了与同步卫星的通信试验工作，传送的电视图像清晰，色彩逼真，语言广播和通信声音清楚洪亮，充分显示了我国自力更生发展尖端电子技术的能力和巨大潜力。另外，1978年研制出500万次大型机，以后每年都有新成果。仅1983年电子工业系统就有大、中、小型11个机型，8个微型机型和54项外部设备设计定型，平板汉字激光照排机、小型汉字情报检索系统等产品达到先进水平。单管彩色投影电视、彩色录像机投入小批量生产，长波光纤电视和可视电话模拟系统达到了先进水平，480路数字微波接力设备及无人值守中继站联试成功，光纤通信试验系统在北京火车站、天津市话局、第二汽车制造厂和鞍钢使用效果良好，100瓦民用电台达到美国同类产品的技术标准。

(3) 技术经济基础有很大改善 1978年以来，电子工业结合技术引进，加快了重点工程建设和技术改造步伐。1978年至1983年建成投产项目44个，其中陕西彩色显像管工程，江南无线电器材厂线性集成电路工程，上海、天津、北京彩色电视机工程等大型项目20个。这些项目的建成，使我国的广播电视工业，计算机工业的装备水平、生产效率和自给能力都有很大提高。在技术改造中，据不完全统计，电子工业系统共引进生产线126条，计有元件生产线46条，器件生产线20条，整机装配线60条。重视了国外先进技术的消化吸收，自行设计制造了许多条生产线，有的超过

了一般引进生产线的水平。在单项设备方面，借鉴国外技术制造的丝网印刷机、硅片研磨机等出口香港，受到好评。

(4) 产品质量明显提高 1978年以来推行全面质量管理，到1983年全面质量管理小组达到10267个，有20多个获得“全国优秀质量小组”称号。开展质量评优和质量认证。推行国际标准，组织质量攻关取得明显成效，元器件可靠性已由1976年的平均 $10^{-3} \sim 10^{-4}$ 提高到 $10^{-3} \sim 10^{-6}$ 。1983年有46种半导体器件可靠性达到 10^{-6} ，5种达到 10^{-8} ，100多种达到耐高温、耐低温的技术要求。电真空器件寿命普遍提高，有的发射管从几百小时提高到几千小时，黑白显像管寿命达到8千小时以上，彩色显像管达到国际同类产品水平，寿命在15千小时以上。整机质量也相应提高，如半导体高三路载波机由1100小时提高到9300小时，三路载波终端机由4300小时提高到12960小时，24路海缆载波终端机达2812小时，增音机可达20年以上。全国12、14英寸黑白电视机主要技术指标已达到或接近国际同类产品水平，平均无故障工作时间由1978年时的几百小时提高到3千多小时，“熊猫”、“凯歌”牌电视机有的机种超过1万小时。自1978年开展评优活动以来，涌现出大批优质产品，获得国家金牌质量奖10项，银牌质量奖95项，评出部优质产品285项。

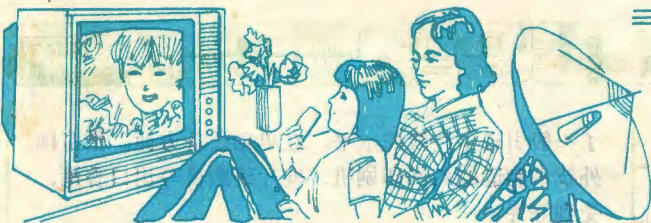
除以上几点外，电子工业在产品结构和企业结构的改革、企业整顿、搞活经济和人才培养方面，也都取得显著成绩。

展望未来 形势喜人

加快电子工业的发展是“四化”建设的迫切需要。为了迎接新的技术革命的挑战，促进我国经济的全面振兴，党和国家已将发展电子工业摆在了重要位置。各地区、各部门对发展电子技术表现了很大的积极性。上海要把电子技术做为“领航工业”，广东省提出要把它发展成“支柱产业”，其他省、市、地区都把电子列为发展重点。今年以来，电子工业持续大幅度增长，1~4月份与去年同期相比产值增长38.2%，利润增长一倍。这种大好形势和有利条件，为电子工业振兴展示了广阔的前景。

针对客观形势的要求和电子工业实际情况，电子工业确定的总任务、总目标是：打基础，上水平；抓质量、求效益；翻三番，超十年。到2000年电子工业总产值计划比1980年翻三番，主要产品和生产技术达到世界先进工业国八十年代末、九十年代初水平，某些技术达到当时世界先进水平。我国电子工业现在已迈开新的步伐，朝着新的目标前进。





卫星广播

一、卫星电视直播业务

位于赤道上空的同步通信卫星，除用于通信目的外，也可作为中继器转发电视节目。但一般通信卫星功率小(10W以下)、波束宽、能量不集中，加之各国电视制式不同，故只能通过天线口径10米以上的大型地面站接收后再进行转播，一般用户难以直接接收。

为了直播，必须增大卫星转发器的发射功率(100~200W)，增强天线方向性，使波束只指向本国或某一地域，从而提高卫星全向有效辐射功率(EIRP)，这样才有可能使地面个体用户用直径 $\phi 0.6\sim 1.5$ 米天线直接接收卫星电视节目。这样的卫星称为广播卫星(BCS)或直播卫星(DBS)。

广播卫星从六十年代中期开始，经过研制、实验，八十年代进入实用阶段。表1列出了世界各主要国家发展广播卫星的情况。

表 1

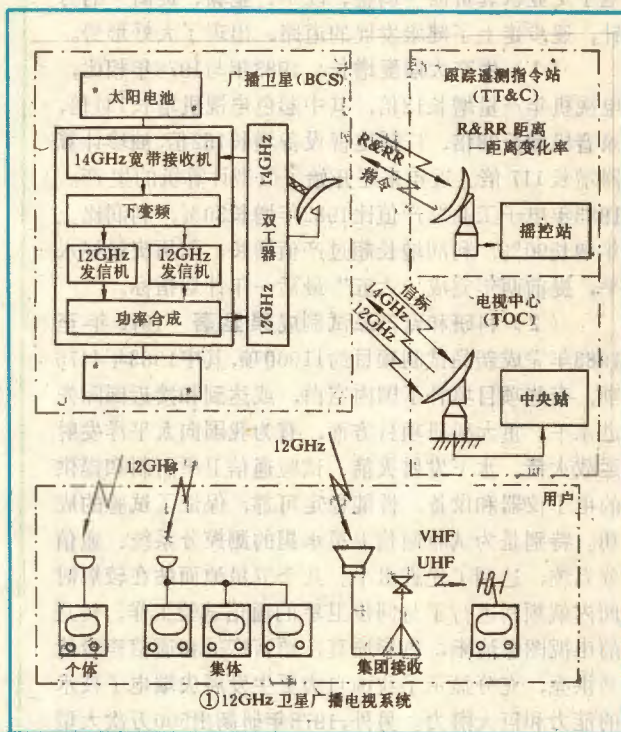
卫星	国家	发射时间	转发器数	上行(GHz)	下行(GHz)	EIRP(dBW)	天线波束(度)	卫星重量(Kg)	寿命(年)	轨道位置 ^②
“广播”	苏联	76.10	1	6.2	0.714	57			2	99°E
BSE	日本	78.4	2	14	12	58	椭圆形	350	3	110°E
BS-Z	日本	84.2	2	14	12	58	椭圆形	350	5	110°E
INSAT	印度	83.8	2	6	2.6	42	4.5	580	7	74°E
TV SAT-A3	西德	85.4	3	17	12	64	1.62×0.72	1000	7	19°W
TDE-1A	法国	85.6	3	17	12	64	2.5×0.98	1000	7	19°W
L-SAT	ESA ^①	86	2	17	12	64	1.8×0.7 1×2.5	1400	7	19°W
STC	美国	86	3	17	12	57	圆形	650	7	115° 139° 155° 175°W
UNT SAT	美国	86	2	17	12	64	1.84×0.72	850	7	31°W

注：① 表中 ESA 为欧洲空间局，有11个成员国。

② 轨道位置栏中，E代表东经，W代表西经。

二、系统组成

卫星直播电视系统由卫星本体、中央地面站、地面接收台站、遥控站等四部分组成。其方框图如图1所示。



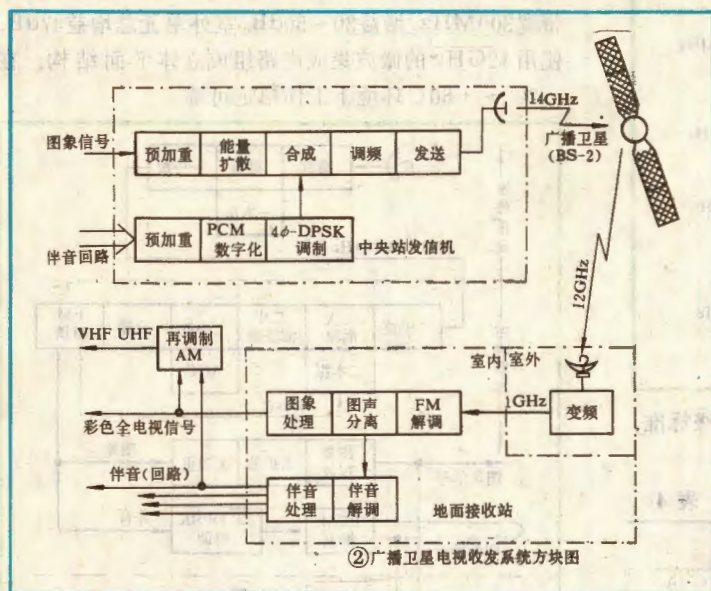
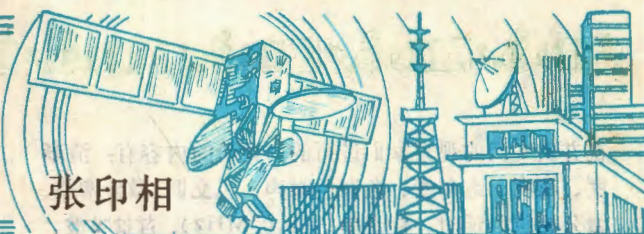
卫星广播电视的收发系统如图2所示。它采用调频制(FM)，信号解调后所产生的噪声频谱不同于AM制噪声频谱的平均分布，而是随基带频率升高而增大(所谓FM的三角噪声)，因此图象信号频率越高，信噪比(S/N)越差。为了改善信噪比，需在发送端提升高频分量，增加预加重电路，再在接收端去加重，可使信噪比提高。图2电路的第二个特点是防止FM制的某些谱段能量过于集中，而干扰地面其他固定业务时，需在发送端加能量扩散电路(使信号重叠15Hz的对称三角波)，使射频频谱能量均匀分布，同样需在接收端增加去扩散电路。图象基带信号处理后同伴音信号合成(伴音置于图象基带上端)，经调频、强放后，馈送给卫星，再经卫星转发器将电视信号返回地面接收站。接收站输出图象和伴音基带信号，送给有视频输入端的彩色电视机直接收看，也可以将此基带信号经调制(AM)放大后，再播放给各电视用户。

三、频率分配

根据世界卫星通播和直播的业务量，将频率的使用划分为三个区域：第一区有欧洲、非洲和苏联；第

电视浅谈

张印相



二区有南北美洲；第三区有亚洲、大洋洲、中国和日本。有关卫星通信的频段分配问题，世界无线电行政会议（WARC-ST1971，WARC-BS1977）进行过讨论并制定了电波法规。1979年又作了修正，即在此之后应按表2（下行）执行。

表2中列出的700MHz、2.6GHz及22GHz频段业务繁忙，为了不产生干扰，根据WARC-BS之规定，

表2

地区	频率 (MHz)	1 区	2 区	3 区
0.7 (0.62~0.79)	170	广 播 电 视		
2.5 (2.5~2.96)	190	仅 供 集 体 接 收		
12 (11.7~12.75)	1050	*11.7~12.1 *12.1~12.2 *12.2~12.5	*12.1~12.2 *12.2~12.5 *12.5~12.7	*11.7~12.1 *12.1~12.2 12.5~12.75集体 12.7~12.75集体
22 (22.5~23)	500	广 播 电 视		
42 (40.5~42.5)	2000	广 播 电 视		
*85 (84~86)	2000			

* 表示应优先选用的直播业务频段。

应限制最大射束的能量密度。如700MHz频段同地面上UHF频段重叠，故要求在邻国卫星射束的地面功率通量密度 $P_0 < -129$ dBW/m²。

在上述六个频段中，0.7GHz、2.6GHz、12GHz三个频段主要用于现行标准卫星广播电视业务，而22GHz、42GHz、85GHz三个频段则分配给将来的高分辨力彩色电视及彩色数字电视节目使用。

在第三区应优先推广选用12GHz(11.7~12.2GHz)频段卫星直播业务，并具体划分为下列24个电视频道(见表3及图3)。

分配给12GHz频段直播电视的频段宽度为500MHz(下行)，它与上下频段连接处分别留有保护频带(防干扰频带)17.88MHz和13.98MHz。图5中的24个频道每个频道带宽27MHz，相邻频道重叠 3.91×2 MHz，

因此只能隔频道同时使用。例如分配给日本的是1~15频道中的8个奇数频道。

表3

频道	中心频率 (MHz)	频道	中心频率 (MHz)
1	11727.48	13	11957.64
2	11746.66	14	11976.82
3	11765.84	15	11996.00
4	11785.02	16	12015.18
5	11804.20	17	12034.36
6	11823.38	18	12053.54
7	11842.56	19	12072.72
8	11861.74	20	12091.90
9	11880.92	21	12110.08
10	11900.10	22	12130.26
11	11919.28	23	12149.44
12	11938.46	24	12186.62

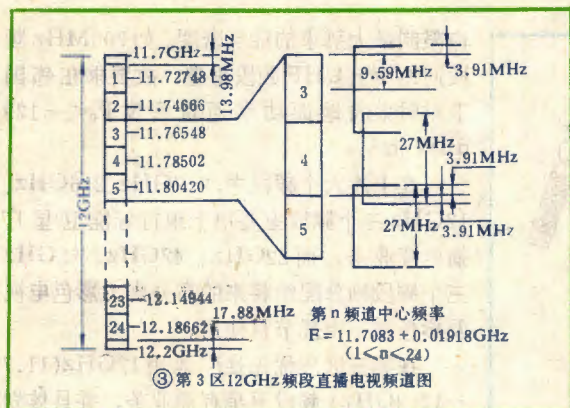
四、评价标准

对卫星传送图象质量的好坏，有两个评价标准，即主观测试和指标测试。

1. 主观测试(即主观评价)通常是观察彩色电



视并由专门的观察家们进行的。评价的内容有：清晰度、灰度、饱和度、色调色噪声、色交调、微分增益、微分相位群延时、伴音串扰(2.07MHz)、背景噪波、



电源50Hz干扰及稳定性等。图象质量分为五级标准，一级最差，五级最好，见表4。

表4

等级	1	2	3	4	5
质量	优	良	中	差	劣

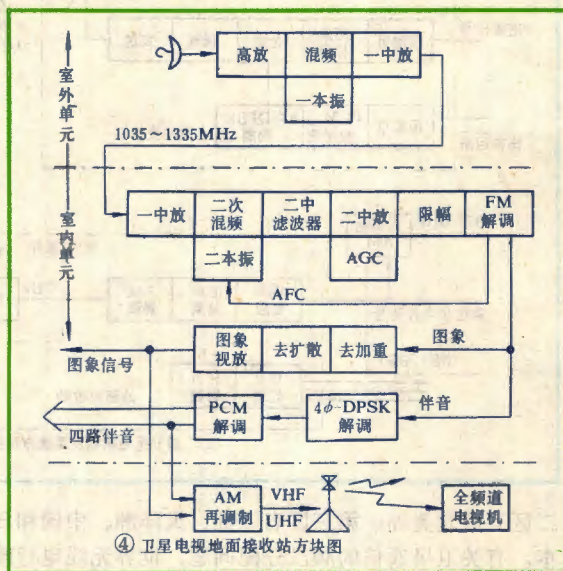
2. 卫星线路的传输特性。电视地面发送站、接收站和卫星转发器各自的技术指标是根据卫星传输系统总的技术要求对各分系统进行分配的结果。而总技术要求是根据图象质量的需要提出来的。各种传输系统性能的好坏表现在信噪比、线性和非线性失真及稳定性方面，卫星电视系统也不例外。根据终端监视器上图象质量和波形变化，完全可以判定一个卫星线路的传输特性。

五、地面接收台站

直播电视地面接收站应当是一台高灵敏度(输入信号电平-112dBW)、低噪声(噪声系数<4dB,载噪比大于14dB)、二次变频式(防止镜像干扰)的调频接收机。为了减小馈线损耗，通常把抛物面天线、低噪声放大器和第一前置中放制成一体化的室外单元，因此这种接收机包括室外和室内两部分。其原理方块图(参考日本1984年2月发射的BS-2卫星电视体制)如图4所示。

1. 室外单元：一般采用抛物面天线，一个用户天线直径 $\phi 0.6 \sim 1.2\text{m}$ ，天线增益34.5~50.5dB，基本上可得到4级标准的图象质量。高放级采用砷化镓场效应管放大器2~3级，单管噪声系数<1.5dB，高放级增益20dB，带宽300MHz。第一本振采用场效应管介质谐振器，振荡频率10.678GHz，其稳定度当

室内单元加有AFC电路时为 1×10^{-4} ，无AFC电路时为 3×10^{-3} 。本振泄漏<40dB。混频级是采用肖特基二极管制成的平衡式混频器。第一中放采用低噪声场效应管制成2~4级宽带放大器(1035~1335MHz)，带宽300MHz，增益30~50dB。室外单元总增益47dB，使用12GHz的微波集成电路组成立体平面结构，在 $-20^\circ \sim +60^\circ\text{C}$ 环境下工作稳定可靠。



2. 室内单元：由信道部分和基带部分组成。前者包括二本振、二中放及FM解调器等；后者有图象基带处理电路和伴音解调器部分。二本振频率高于信号频率，频率可调，从而可供选择12GHz的每一个电视频道。二中放为主中频放大器，中心频率为140MHz(70MHz或400MHz)，带宽27MHz，AGC可控范围 $\pm 10\text{dB}$ ，输出变化小于 $\pm 1\text{dB}$ 。在伴音解调电路中，伴音信号的已调波经4 ϕ -DPSK解调后，出现2.048Mb/S的信码流，再经过帧同步提取、抗扰码电路、控制比特检出、去交织、纠错、去复接、准瞬时扩展、D/A变换、低通去加重电路等，才能解出40Hz~15KHz(或20KHz)带宽的四路高质量伴音信号。图象信号和伴音信号可加至带有视频接口的电视机，收看卫星电视节目。

这种个体接收方法目前不太适合我国国情，我国12GHz的元器件成本高，加之大多数彩色电视机都没有视频接口，因此第一步只能采取集团接收方法。即架设3米天线(增益47dB)的地面站，将接收和解调输出的图象和伴音信号经过AM再调制(与全频道电视制式相兼容)，通过强放后，在VHF和UHF电视频道上采用无线和有线方式馈送给用户，这是一种较为可行的途径。

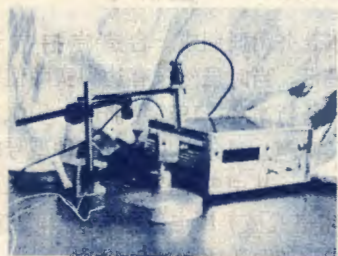


电子新闻

光电数字式转速表

清华大学研制成功新型测速仪器——QSZ-1型光电数字式转速表，通过鉴定已投入小批量生产。该表采用锁相频率合成原理和一些特殊电路，并配有专用光电传感器。经中国计量科学研究院等单位检测试用证明，该仪器具有动态特性好，工作性能稳定，读数直观，使用方便等特点。为教学、科研、生产提供了较高准确度的动态转速测试手段。

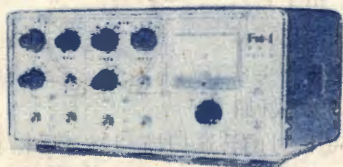
该表除适用于一般旋转体（如机床、电机、内燃机、电扇等）的转速测量和监视外，还特别适用于动平衡试验中测定各阶临界转速，以及各种教学实验中要求测量准确、反应迅速、读数直观的场所。



(陈俊春)

隔离式低噪声放大器

江苏六合县无线电厂在南京大学物理系协助下，研制成FDG-1型隔离式低噪声放大器。该机第一级采用了结型场效应晶体管作辨差放大的形式，输入阻抗高（大于 $2M\Omega$ ），栅流小，噪声低（输入端对地短路时小于 $3\mu V$ ）。放大器增益分为六档： $\times 3$ 、 $\times 10$ 、 $\times 30$ 、 $\times 100$ 、 $\times 1000$ 。辨差率在50Hz时大于10000，带宽由10Hz~50KHz。该放大器采用电-光-电



耦合形式，使输入与输出完全隔离。适合对生物电和各项科研项目中变化缓慢的非周期性微弱直流信号进行前置放大。经有关单位鉴定，性能达国内先进水平。

(李永山)

电子探空仪

供气象站探测高空气象的GZZ3-2型电子探空仪由上海无线电二十三厂制成。

这种一次性使用的高空气象仪器，悬挂在氢气球下面，自由地飘向高空大气层，在距离150公里、高度35公里的空中范围，用低频调制方式测量大气湿度和相对湿度，并将信息轮换地发送给地面。而当地面气象雷达向它发出询问信号时，探空仪的应答器即发出回答信号。雷达根据电磁波的往返时间和方向性，对探空仪进行连续定位，从而获得高层大气中的风向、风速等数据。

(朱笛)

新颖的健康游艺机

邮电部第三研究所应用微处理机技术，制成一种新颖的健康游艺机。它能称出人的体重并与计算机给出的标准体重进行比较，按医学要求判断出属于正常或胖瘦。

游艺者使用时，只需站在机前的秤台上，并向“投币口”投入2分钱硬币，便可在“出卡口”得到一张打印出实际重量的卡片。然后通过面板上的键盘，按下自己的身高和性别按键，即可在显示屏上看到自己的体重属于哪一类型，其中分成轻、偏轻、正常、偏重、重等五种类型。称重范围10~110公斤，误差 ± 0.5 公斤。机器在运行中，还能放出美妙的电子音乐。

(朱笛)

HZX-12型字符显示终端

福建电视机厂与福建电子计算机研究所、香港闽加电子有限公司联合试制成 HZX-12型字符显示终端，并投入批量生产。

该机可与美国CROMEMCO3102终端完全兼容，具有行、页发送，插行、插字、锁定部分屏幕内容的编辑功能和多种视频显示性能，还可用特定的图形符号制表格。程序区已配8K，可扩充到24K；显示内存已配4K，可扩至12K。可分离的键盘有115个键。配有主、辅两个RS-232C接口，可与用ASCII代码的具有RS-232C接口的主机与调制解调器等联机。与CROMEMCO-III (DJS 040) 及S-8000等主机联接尤为方便。

(江敬林)

频率合成函数发生器

华东纺织工学院自动化系研制成FG-1频率合成函数发生器。它利用锁相技术，可获得频率精确可调，稳定度与石英晶体振荡器相同(0.5×10^{-6})的方波、三角波和正弦波等信号输出。频率调节范围为20Hz~20KHz(步距1Hz)和200Hz~200KHz(步距10Hz)两种。

该仪器作为标准信号源可广泛用于科研、生产部门；也可作为电子电路有关课程的实验设备，适用于大专院校。若仪器采用机外8421码输入设定，则可程控运行；配上计数电路即可作扫频输出；亦可与计算机相连作为自动测试系统中的信号源。该仪器已由无锡电站仪表厂投入生产。



(邵曰祥)

高能电子点火器

四川绵阳国营长虹机器厂生产DDG型高能电子点火器，可用于汽车、摩托车发动机点火，取代原蓄电池点火。它的点火能量，在高速时为蓄电池点火系统的4.25倍，低速时为2.13倍，最大功率增加4.2马力。它具有启动快、爬坡能力强、节约能源、减少环境污染、不磨白金等优点。该点火器还设有转换开关，既可用于电子点火，也可用于原蓄电池点火，是一种较好的高能电子点火器。

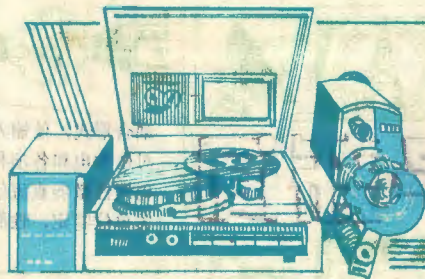
(王桐)

低频低噪声高增益晶体管

山东临沂半导体器件厂研制的3DM3低频低噪声高增益晶体管，最近由省科委主持通过了鉴定。这种新型器件在 $I_c = 100\mu A$ 下， β 一般为400~1200，最大值达6000。而且 β 具有优异的小电流特性，即使在1 μA 的电流下， β 无明显跌落退化现象。在频率 $f = 100Hz$ 下，噪声系数 $N \leq 0.5dB$ 。反向电流 $I_{CBO} = 0.1nA$ ， $BV_{CEO} > 20V$ 。

3DM3可广泛用于微弱信号检测、声纳、远程导航和立体声音响设备。经有关单位使用，性能指标优良，不亚于国外同类产品。

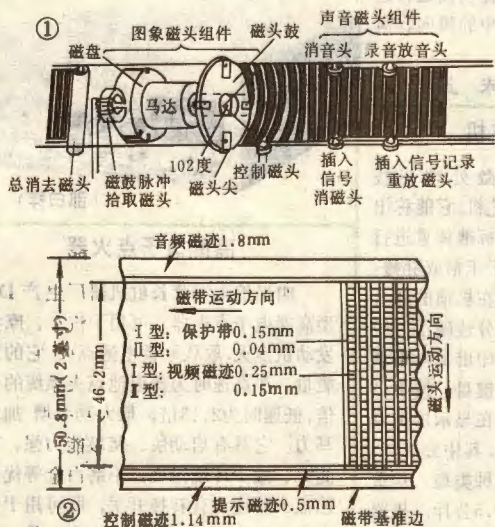
(毛兴武)



自从1956年美国安派克斯公司推出第一台专业磁带录象机以来,迄今28年间,磁带录象机已发展成一个多类型多系列的庞大家族。但是,为了保证节目磁带的互换性,它们都尽量遵循某一种磁带格式。本文想从这一角度出发,对世界磁带录象机的发展作一综述。

一、横向扫描四磁头录象机磁带格式

横向扫描四磁头磁带录象机,它在一个直径约为2英寸的磁鼓上安装了四个视频磁头,彼此相差90°。(图1示出了四磁头格式及磁带接触角),磁鼓以250周/秒的速度旋转,对作纵向运动(带速15.625英寸/秒)的磁带进行横向扫描,磁头磁带相对速度可高达38米/秒,由此,将视频信号以剩磁方式记录在磁带上。其磁带格式如图2所示。



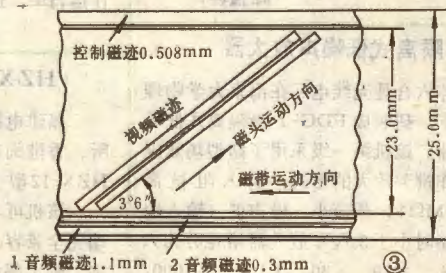
先,它可工作在超高频段(11.35~12.2兆赫),信杂比较高频段录象机提高了2分贝,图象中由4.43兆赫彩色副载波引入的网纹干扰下降4分贝,图象质量达到很高水平。同时它还在视频信号中叠加了一个导频信号,在重放时再把它分离出来,通过时基校正器对每一行视频信号进行连续校正,从而使由走带系统引入的时基误差(类似于录音机中的抖晃漂移)得到完善的校正。

AVR-3型机还装有微机编辑器,编辑节目时,可控制三台机器,一录两放。如采用EDM-1编辑器,则可同时控制八台录象机和录音机,编辑精度可达到帧,使编辑速度大为提高。

但是,这种磁带格式的录象机昂贵、笨重、图象质量有分段误差,尤其多次复制后的图象,这种误差就更为显著,因此,很久以前人们就把注意力转向螺旋扫描录象机。

二、SMPTE A型格式

1959年,日本东芝公司研制成一台螺旋扫描录象机,使用两英寸磁带。当时虽然没有达到实际使用水平,但是开辟了一条新途径。1975年前后,安派克斯公司、索尼公司、博施公司分别发表了三种型号的一英寸螺旋扫描录象机,其中安派克斯公司的录象机型号为VPR-1。其磁带格式被美国电影和电视工程师协会确定为A型格式,如图3所示。



由图可知,视频磁迹与磁带基准边基本垂直。此外,还有一条伴音磁迹,一条提示信号磁迹(用以编辑)、一条控制信号(用于磁鼓和主导轴伺服)磁迹。它们是纵向记录的。

主要看视频磁迹。由于磁鼓每秒旋转250周,其间共记录50场(我国电视方式是50场/秒、625行)视频信号,则一周(360度)记录0.2场即62.5行视频信号。又由于每一个磁头与磁带的有效接触角为102度(见图2),则一周实际记录62.5×102/360行视频信号,那么一场视频信号要录20条磁迹,所以它又称为分段式记录方式。

这种磁带格式的录象机有安派克斯公司的VR1000系列、VR2000型、AVR-3型、日立公司SV7900型、美国无线电公司TR70C、TR600型及西德博施公司BCM40型录象机。其中技术水平最高的是AVR-3型,它与以往的四磁头录象机相比,有着明显的优点。首

VPR-1是在直径为134.62毫米的磁鼓上间隔120度安装着视频记录磁头、重放磁头和旋转消磁头。由于它只有一个视频记录磁头,也称作单磁头录象机。它使用一英寸磁带,绕带方式为欧米伽式(如图4所示),磁鼓以50周/秒的转速扫描,以25.4厘米/秒纵向运动的磁带记录视频信号。A型格式除有纵向记



代磁带 机技术

新 泉

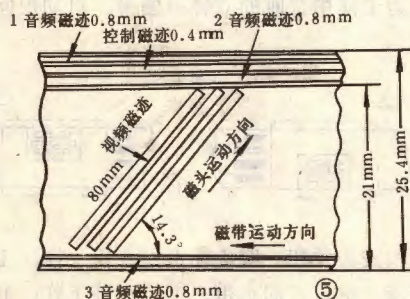


录的两条音频磁迹，一条控制磁迹和一条提示信号磁迹以外，其视频磁迹也是纵向记录的，它与磁带基准边的夹角为 $3^{\circ}6'$ 。磁迹长度为401毫米，一条磁迹便记录了一场电视信号，所以也称作非分段式记录方式。

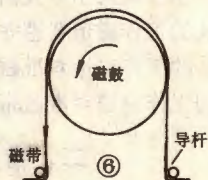
由于A型格式只是一种过渡类型，无需赘述。

三、EBU B型格式

西德博施公司在1975年制成了BCN型一英寸螺旋扫描录象机，其代表机型为BCN-50。它的磁鼓直径仅为50毫米，上面装有两个视频记录磁头（相隔180度），它以150周/秒的转速对以24厘米/秒的速度运动的磁带进行纵向扫描，其绕带方式为半欧米伽式，如图5所示。



BCN系列录象机的磁带格式如图6所示。这种磁带格式被欧洲广播联盟（EBU）确定为B型格式。这是一种分段式记录格式，一场电视信号分为六条磁迹记录。每一条视频磁迹长80毫米，包含大约52行视频信息，它与磁带基准边成 14.3° 的夹角。它还有一条控制磁迹和三条音频磁迹，其中伴音3磁迹位置可用以记时码信号供编辑时使用。

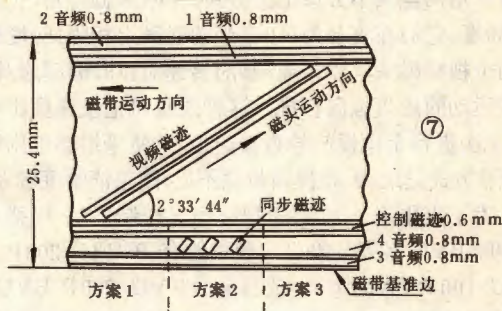


这种录象机，由于是分段式的，本身不能获得慢动重放和静象功能，但是增加帧存储器附件以后便可获得这些功能，此外还可得到四分格画面等特技效果。这种录象机在欧亚一些国家使用。

四、EBU C型格式

为了解决磁带互换性，方便国际间节目交换，SMPTE在1977年进行了磁带格式标准化工作。他们在A型格式和索尼BVH-1000P型录象机磁带格式的

基础上，制定了一英寸螺旋扫描C型格式。后来EBU也同意了这种格式并作了一些修订，称为EBU C型格式。目前索尼公司、安派克斯公司及世界其他五、六家公司均按这一格式生产。C型格式如图7所示。



C型格式的视频磁迹与磁带基准边夹角为 $2^{\circ}33'44''$ ，长411.467毫米，为纵向记录方式，一条磁迹记录一场视频信号，仅在场消隐期间丢失11.9行信息。另外还有四条音频磁迹和一条控制磁迹，均为纵向记录。C型格式在音频4磁迹位置有三种安排方案，①不作任何安排；②记录同步信号，即视频头失录的11.9行信号；③记录第四路伴音。

C型格式录象机有VPR-2A、VPR-2B、BVH-1100P以及新型VPR-80、BVH-2000PS。

现在VPR-80为例加以说明。VPR-80是八十年代产品，其磁带格式可按方案一、三处理。其磁鼓直径、绕带方式均与VPR-1相同。所不同的是，VPR-80采用了校正范围很宽的数字时基校正器。它将重放的视频信号变为数码存入存储器，再按基准时钟逐行读出，最后还原成没有时基误差的视频信号，监视器上表现为高稳定度的没有色度漂移的图象。其校正宽度可达16行。

其次，VPR-80采用了双微处理器对整机的控制系统和伺服系统加以管理，使操作大为简化，磁带速进、速退、停止等动作十分柔和、精确。

再次，VPR-80也采用了自动扫描跟踪技术，重放磁头便是这个系统的拾取端，俗称AST头，它由压电元件控制。重放时，如果偏离了磁迹，电路便自动判断偏离方向，检测出误差电压，经AST伺服系统返送给压电元件，驱使磁头正确跟踪。

由于AST技术的使用，不仅解决了正常重放时的跟踪，还取得了反、正向慢放、静象、1.5倍速度快放和记录同时重放五种功能，这为电视节目录制带来了极大便利。

五、U-玛蒂克格式

螺旋扫描录象机一个重要的发展方向是小型化。



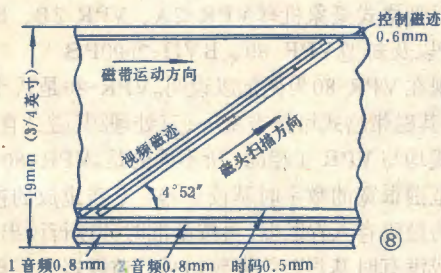
盒式自动换

索尼公司1969年发表了世界第一台U-玛蒂克型3/4英寸盒式机。最早是VO系列产品,典型机有VO-2860、VO-2630(可重放NTSC、SECAM、PAL三种制式录象节目)以及新型机VO-5850、VO-5030等。这类录象机采用两磁头不分段记录方式,半欧米伽绕带,包角为190度。它们在直径为110毫米的磁鼓上相隔180度装有两个视频磁头,以25周/秒的转速对以9.53厘米/秒速度运动的磁带纵向扫描。这种录象机记录速度比较低,无法进行全电视信号直接记录,只能采用彩色副载频下移方式记录。因此视频带宽不足,图象清晰度较差。

为了克服这一弱点,索尼公司又研制了U-玛蒂克H型即BVU系列录象机,较早的有BVU-200P、BVU-100P(采访型)、及目前的BVU-800P、BVU-300P(采访型)等。日本JVC公司CR-4400系列亦属此类。

BVU系列与VO系列录象机磁带格式基本相同,可以互换,只是彩色无法还原。这是因为VO载频下移频率为688.374千赫,而BVU则提高到923.803千赫。正由于这一点,使视频带宽扩展了一兆赫,信杂比提高3分贝,从而越来越多地挤入了电视广播行列。

U-玛蒂克磁带格式如图8所示。



BVU-800P是目前BVU系列录象机的优秀代表。它无论是黑白方式还是彩色方式,其信杂比均达到46分贝。在控制和伺服系统中它还采用了微处理器技术。这可以使操作人员较方便地进行搜索,调整旋钮,并使磁带以1/30、1/10、1/3、1/2、1、2、5、10倍带速反、正向走带,同时可监看画面。另外它还具备“跳格”功能,可一帧一帧地寻找画面,提高编辑精度,可与C型格式录象机媲美,只是它没有AST系统。

六、结 语

除上述录象机外,还有使用1/2英寸、1/4英寸及微型磁带的各类小型录象机,品种十分繁杂,磁带格式也难以划一。它们大都用于家庭录象,此处不再介绍。

另外,值得一提的是,目前数字电视、数字录象技术正在迅速发展。这一技术如果进入实用阶段,将使磁带录象技术完全更新。

目前,国外的盒式录音机已进入立体声、多功能、高保真阶段。当前最流行的是自动换向录音机,即磁带不需要翻面便可把一盒磁带全放完的录音机。

自动换向录音机开始是从汽车录音机发展起来的。司机在高速公路开车,对磁带翻面,往往会造成事故,因此提出了自动换向录音机的要求。随着技术的发展,4声道磁头的发明,使自动换向录音机的发展日趋完善。后来发展到台式机,多用于公共场所放送音乐,不要人管理。近来又扩展到立体感最强的袖珍式带立体声耳塞的录音机上,成为当前最受欢迎的产品之一。

一、自动换向的基本要求

为了使用普通的立体声磁带,自动换向录音机中



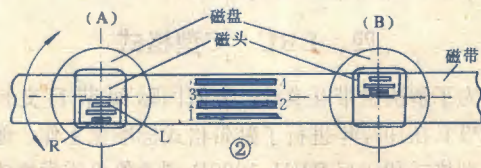
磁带和磁头要和一般立体声录音机一样,工作时如图1所示。磁带A向走带,1、2迹工作;B向走带,3、4迹工作。要实现自动换向必须满足如下要求:

- ① 磁带能按标准速度朝两个方向行走。
- ② 不论那个方向走完,磁带都能发出换向指令。
- ③ 换向指令发出之后,磁带即反向行走。同时磁头的工作磁道要遵守图1所示的规律。即A向行走,磁头的工作磁道对准磁带的1、2迹;B向行走,磁头的工作磁道对准磁带的3、4迹。

二、常见的换向方式

自动换向方式很多,现把常见的三种,简述于下。

1. 转向式 这种方式是把一个普通的双道立体声磁头安装在一可旋转180°的转盘上。当磁带卷完之后,发出指令,转盘旋转180°,使磁头的缝隙对准



可调单晶体管简介

姚志忠
任永忠

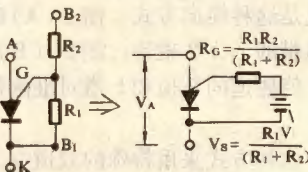
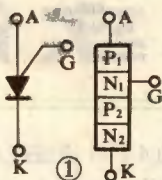
可调单晶体管 (PUT, 也称为“程控单晶体管”) 是一般单晶体管的派生品, 其伏-安特性曲线与一般单晶体管完全相同。

目前, 单结管已广泛应用于控制、触发电路, 构成极简单的振荡电路。但因单结管参数是不可变的, 故给电路设计、维修等带来许多不便。PUT管的特点是它的主要参数 η 、 R_{BB} 、 I_V 、 I_P 等可通过外电路来调节, 故弥补了一般单结管之不足, 增加了使用的灵活性。

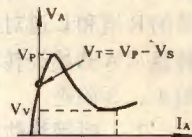
一、PUT 工作原理简述

PUT的结构如图1所示。可以看出, 它很类似于可控硅闸流管 (SCR), A 是阳极, K 是阴极, G 是控制极。它与闸流管的区别是控制极 G 是从 N_1 引出的, 而闸流管是从 P_2 引出的。因此, PUT 也可看作是 N 栅型的四层三端负阻器件。

PUT 的偏置方法与 V-A 特性如图2所示。当阳极电压 V_A 比栅偏压 V_S 低时, 阳-栅间反向偏置, 只有微小的漏电流 I_{GA0} 流过。当 $V_A > V_S$ 时, 阳极电流开始流



(a) PUT 基本偏置法

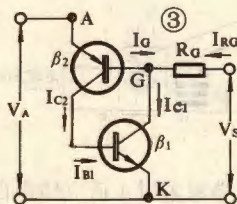


(b) V-A 特性

二、PUT 主要参数的选择

1. 谷点电流 I_V 及峰点电流 I_P 的选择 根据 PUT 等效电路 (图3), 可推得下列关系式:

$$I_V = \frac{1 + \beta_2}{\beta_1 \beta_2 - 1} \times \frac{V_S - V_{CE(sat)}}{R_G}$$



式中, 对某一 PUT 管而言, β_1 、 β_2 、 V_S 、 $V_{CE(sat)}$ 都是固定值, 由此可见, I_V 的大小主要取决于外接电阻 R_G 的选择。同理 I_P 也取决于 R_G 。

在实际应用中, 特别是对于长延时电路来说, 峰点电流 I_P 的大小是决定能

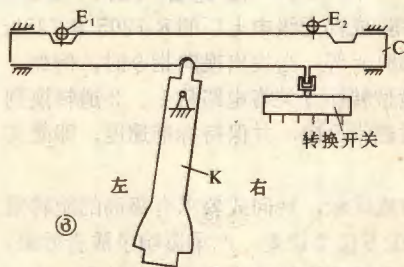
F 转动, F_1 和主轴 A_1 连接, 同样 F_2 与 A_2 连接。

设 D 反时针方向转动, 则 A_1 、 A_2 也反时针方向转动。同时连在 A_1 上的 Z_1 也反向 (-), 而 Z_2 (+), Z_3 、 Z_4 (-), 自由转臂 H (-), 则 Z_5 与 Z_7 啮合, Z_6 与 Z_8 离开, 且 Z_5 (+), Z_7 (-), 实现了 A_1 (-) B_1 (-), B_2 从动的逻辑, 如图5位置。

同样设 D 正转, 即 D (+), P 带动 A_1 、 A_2 (+), Z_1 (+), Z_2 (-), Z_3 、 Z_4 (+), H (+), Z_6 与 Z_8 啮合, Z_5 与 Z_7 离开。且 Z_6 (-), Z_8 (+), 实现了 A_2 (+)、 B_2 (+), B_1 从动的逻辑。

下面再分析 Y_1 、 Y_2 下压运动, 如图6所示。

在两个卷带轮中间有一摆杆 K, 可绕 O 点摆动, 并带动滑块 C 左右滑动。在滑块 C 上有两个缺口, 可控制压带轮支架上的销子 E_1 和 E_2 的下移位置, 从而控制压带轮 Y_1 和 Y_2 的下压位置。当 E 进入缺口最深处

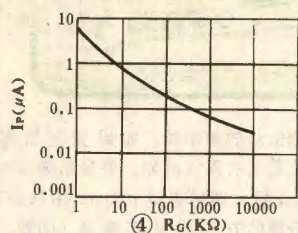


时, Y 压在主轴 A 上, 当 E 从最深的缺口内滑出时, Y 就离开主轴 A。从图中可看出 Y_1 和 Y_2

压下的逻辑是互锁的。即当 K 在左 Y_1 向下, Y_2 向上; K 在右 Y_1 向上, Y_2 向下。只有当按下停止按钮时, Y_1 、 Y_2 都离开主轴。这时 E_1 、 E_2 都离开滑块 C。在滑块 C 还有一个拨动转换开关, 该转换开关是用来控制磁头转换、电机反相及方向指示灯转换。

(未完待续)

否实现长延时的关键。当 $V_s = 10V$ 时, R_G 与 I_p 的关

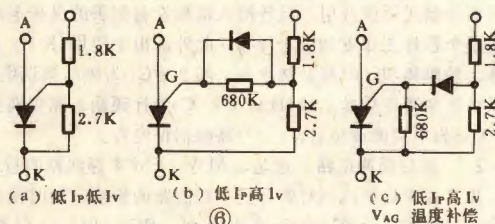
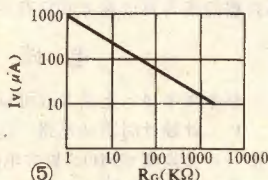


I_p - R_G 关系曲线如图4所示。

当 $V_s = 10V$ 时, 上面 I_v 的表达式也可简化为 $I_v \approx \beta R_G^{-0.66}$ 。式中的 β 为不同 PUT 管所决定的常数。用此式绘出的 I_v - R_G 曲线如图5所示。

根据以上讨论, PUT 在实际应用时可以有不同 I_p 和 I_v 的栅偏压接法。

图6(a)中, 由于栅极电阻 R_G 较大, 所以 I_p 、 I_v 均较小。图6(b)的栅极电阻分别由三个电阻和一个二极管组成, 当栅极未导通前, 二极管被反向偏置, R_G 大约为 $680K\Omega$, 所以 I_p 很小; 栅极导通后, 二极管正向导通, $680K\Omega$ 被短路, 使 R_G 减小, I_v 增大。图6(c)是将图6(b)的进一步改进, 不但满足小 I_p 和大 I_v 的要求, 同时对阳-栅极间补偿电压 V_T 也进行了温度补偿。



2. 控制极电阻 R_{BB} 的选择 从图2中看出, PUT 的控制极电阻 R_1 、 R_2 是外接的, 适当选取 R_1 和 R_2 值, 可带来以下优点:

① PUT 控制极电压 V_{B2B1} 可取得高一些 ($40V$)。这是由于 R_1 、 R_2 分压作用, 使 PUT 控制极只承受了一部分电压值。

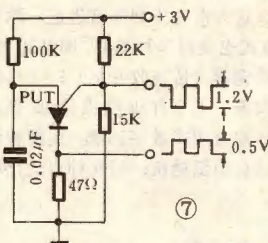
② 当在 V_{BB} 较低场合使用, 可减小电源的无功损耗。这在电源能量有限的电路中 (如飞行器及炮弹引信) 使用, 有极大的好处。

3. 分压比 η 的选择 PUT 的分压比 $\eta \approx R_1 / (R_1 + R_2)$ (见图2(a))。可见只要改变外接的 R_1 、 R_2 值就可改变 η 值, 这给电路设计、产品调试和维修带来极大方便, 这是一般单结管无法比拟的, 所以 PUT 获得广泛的应用。

三、实际应用举例

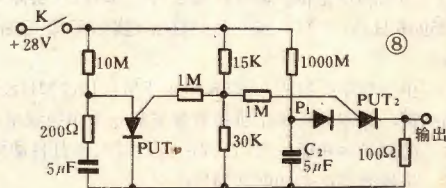
PUT 管由北京半导体器件五厂研制成功时间不长, 但很快就广泛应用于煤矿安全电路, 触电保安电路, 时间控制电路, 触发电路, 以及汽车节能电路等方面。下面仅举两个例子, 供读者参考。

1. 低电压弛张振荡器 如图7所示, 是一个用 $3V$ 低电压源构成的 $1kHz$ 弛张振荡器。约需 $200\mu A$ 电流, 可输出 $1.2V$ 负脉冲和 $0.5V$ 正脉冲。



2. 长延时控制脉冲发生器 如图8所示, 是一个 PUT 用作长延时的电路, 一只 PUT 作长延时元件, 另一只作采样振荡器。其中元件的要求: C_2 要用低漏电的薄膜电容器, 因为输入电流比较小, 电路才能提供精确的时间延迟。

PUT 的国内型号为 BT40, 与它对应的国外型号有美国的 2N6027、2N6028, 日本的 N13T1、N13T2 等。



(上接21页)

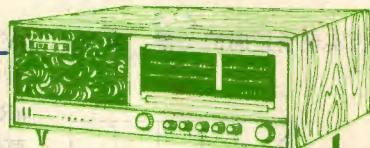
间位置, 接通电源, 调整 R_1 使 D_1 刚好发光。将扩音机信号接至 C_1 负极, 随着音乐节奏的起伏, 电平表就会不断变换色彩。

本电平表的输入电压范围 $0.5 \sim 10V$, 调整 W 可改变红光全亮时的功率上限; 在 $D_{11} \sim D_{13}$ 之间改变 C 点位置, 接入 D_{14} 或将其短路, 可以改变红、橙光的变换灵敏度; 调节 R_{27} 可改变橙、绿光的变换灵敏度, 即橙光指示的功率上限。因此, 本电平表的适用范围较广。

编者附记 邮购消息见20页。

FM/MW收音机与 数字频率显示

周爱民



本文介绍一种用发光二极管(LED)数字显示板指示收音机接收频率的方法。电路的核心是LC7250计频计时驱动电路和SP8629 $\div 100$ 分频电路,除能显示调谐频率外,还可作为时钟显示月、日、时、分、秒。

长期以来,收音机接收频率的指示方法一直采用指针式,这种方法只能粗略地指示出所接收电台的大概频率数,要想准确地接收频率调到与电台发射频率相一致,那是非常困难的,只能凭主观听觉来判断是否将电台频率调准了,既麻烦又不直观。

随着电子技术的发展,出现了用数字方式显示接收频率的新技术。由于这种显示方法准确、直观、简单、方便,因而受到用户的欢迎。近年来,国外在这方面的发展非常迅速,除了频率显示的数字化之外,调谐方式也变得多种多样,归纳起来,大致可以分为如下几种:①手动调谐(传统收音机);②机械式电子调谐;③全电子步进式调谐;④全自动扫描式调谐;⑤全电子预设定调谐;⑥锁相环路合成式数字调谐。前两种调谐方式的电路简单,造价低,适合中低档机;后几种自动化程度高,造价也高,适合高档机。

技术指标

本文介绍的电路,调谐方式采用机械式,显示频率采用数字式。

由于收音部分电路程式的选用灵活性极大,这里不介绍具体的收音机整机电路,只介绍频率显示电路。主要技术指标如下:

- ① 显示频率范围: MW: 520~1605KHz (实际可显示455~2500KHz); FM: 88~108MHz (实际可显示80~120MHz)。
- ② 中频频率: MW: 455KHz; FM: 10.7MHz。两者均为高本振,即本振频率比所接收频率高一个中频频率。
- ③ 时间显示功能: 月、日、时、分、秒,大小月自动更换。
- ④ 晶振频率: 4.000000MHz。
- ⑤ 显示: 发光二极管(LED) 3 $\frac{1}{2}$ 位数字板。

计频原理

众所周知,超外差收音机的本机振荡频率总是与所接收电台的频率相差一个中频。因此,只要将本振频率测出来,从中减去(对于高本振而言)或加上(对于低本振而言)中频,再用数字显示出来,即可得到所接收的频率数值。

如何测定一个信号的频率?简单地说,可以采用图1所示的方法。



首先,对被测信号进行整形,将其变成方波脉冲后再送入一个电子开关电路。电子开关打开的时间为1秒钟。然后,将1秒钟的信号脉冲送入计数器计数,再将计得的脉冲个数经译

码后显示出来,便可得到被测信号的频率数。如果被测信号的频率较高,而显示板的位数又有限(例如,要显示频率为1600000Hz,而显示位数只有4位,则只能显示成1600KHz),则可采取对被测信号进行预分频的方法降低其频率(例如,100MHz信号经 $\div 100$ 分频后,变成1MHz信号),或缩短电子开关的打开时间(例如,由1秒缩短为1毫秒,等效于对被测信号进行 $\div 1000$ 分频),这就是常用频率计(电子计数器)的基本原理。对于测定、显示收音机的接收频率而言,因为通常测的是收音机的本振频率,故还要从计数器所计的数中减去一个中频频率数,这样才能显示出准确的接收电台频率数。

至于时钟的工作原理,因为它在这里只是一种附加功能,限于篇幅,本文不作详细介绍,仅在最后介绍一下调谐方法。感兴趣的读者可以参考其它有关文章。

电路组成

整个频率显示电路大致可以分为以下几大部分(见图2):

1. 计频计时驱动电路 这是整个电路的核心部分。它主要由一片大规模CMOS集成电路LC7250及一些外围元器件组成。LC7250内部按功能分,主要由时基振荡分频电路、时标电路、中频选择控制电路、频率计数电路、时钟计数控制电路、选通电路、显示译码驱动电路等几部分组成,采用42引线双列直插式塑料封装,其引线功能见图3。LC7250的逻辑功能强,抗干扰性好,电源适应范围宽(4~12V),功耗低(8mA, $V_{DD}=10V$),输出带负载能力强(输出驱动能力:15mA/字段),计时准确(经校准后月差 < 2 秒),大小月自动更换,而且有多种中频频率可供选择(MW: $+262.5$ 、 $+452.5$ 、 $+455$ 、 $+470KHz$; FM: $+10.7$ 、 $-10.7MHz$),时间显示有12/24小时两种制式可供选用,且各输入端均设有完善的保护电路,可使整个芯片工作更加稳定可靠。此外,由于使用4MHz石英晶体,使测频和计时都非常准确。图2中 C_{11} 为频率微调电容,用以将振荡频率校准至4MHz。 C_8 、 C_9 为计频输入隔直耦合电容, C_{12} 为电源滤波电容, C_{13} 为高频消振电容。

2. 接口缓冲电路 这是与MW、FM本振回路的接口电路。为了减少计频检测对收音机本振回路的影响,同时提高输入信号的幅度,设置这个缓冲放大级。 BG_2 、 BG_3 分别担任FM、MW本振的隔离缓冲放大,两部分电路基本相同。

3. 分频电路 主要由一片发射极耦合逻辑(ECL)高速集成电路SP8629及其少量外围元件组成。使用分频电路的目的在于:由于一般CMOS电路的工作频率不太高(只能达到20MHz左右),而FM波段工作频率高达100MHz以上;故必须用高速电路对FM本振信号进行预分频,再将分频后的信号输入到LC7250中去计频。SP8629为 $\div 100$ 分频集成电路,100MHz信号通过分频后就变成1MHz了。很显然,只有FM波段才用得着分频,MW波段是不需要的。SP8629采用8引线双列直插式塑料封装,工作频率上限可达120MHz,输出为锯齿波, $V_{pp}=0.7\sim 1V$ 。 BG_1 为简单的电源电子滤波器,可使

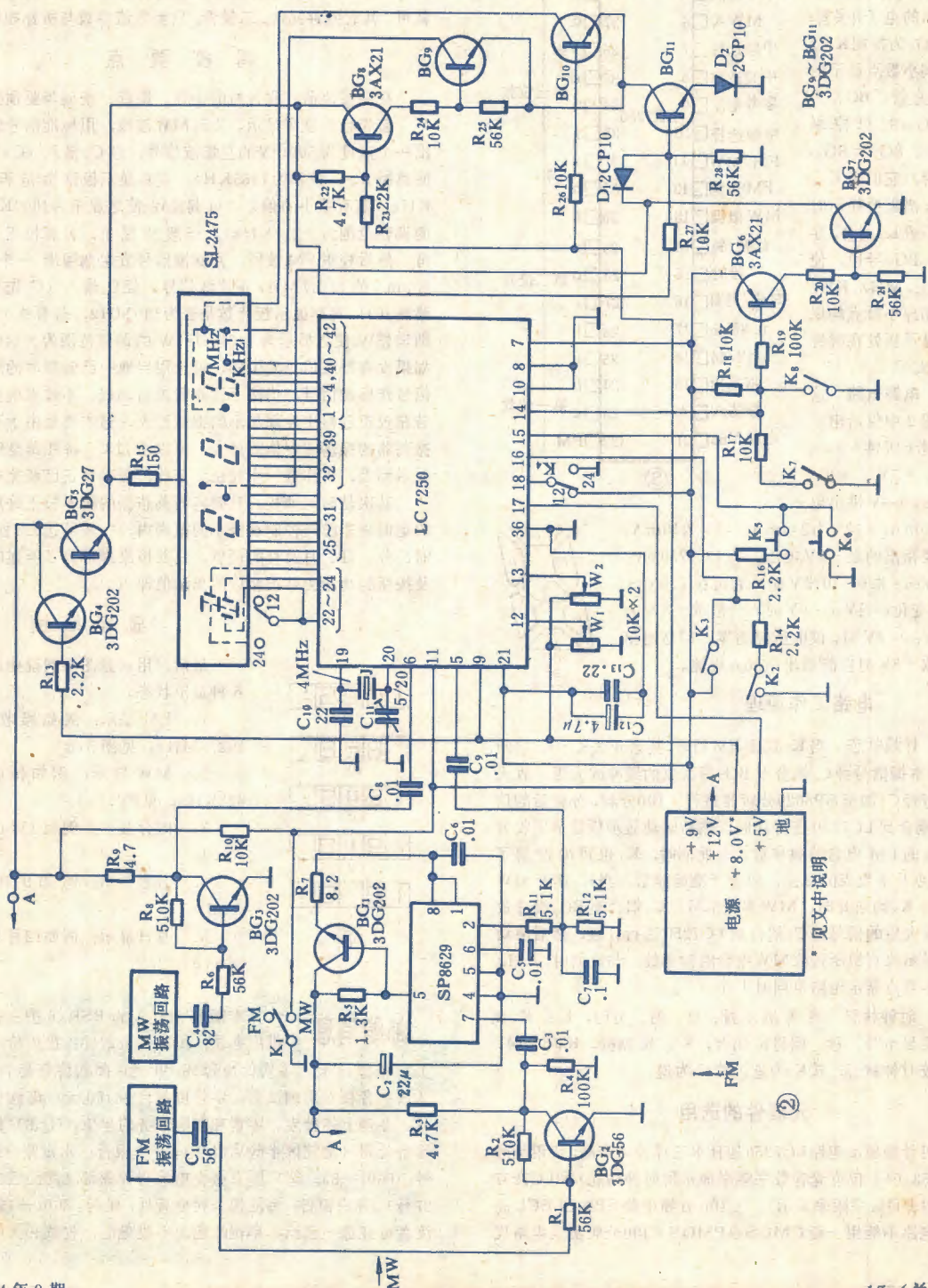


SP8629的工作稳定可靠。 C_2 、 C_6 为电源滤波电容。 C_3 、 C_9 分别为输入、输出隔直耦合电容。

4. 功能控制转换电路 主要由几个开关和晶体管组成。 K_1 为FM、MW转换开关,用以控制LC7250的工作状态(测FM波段还是测MW波段); K_2 、 K_3 分别为月、日、时、分修正开关(即转换成相应的显示状态); K_4 为显示时间制式(12/

24)转换开关; K_5 、 K_6 分别为调整进退按钮; K_7 、 K_8 分别为分、秒显示开关和日、月、时、分显示开关。 W_1 、 W_2 分别为FM、MW中频频率微调电位器,用以调整因收音机中频频率偏差引起的计频偏差。

5. 显示电路 主要由3 $\frac{1}{2}$ LED数字板SL2475来显示频率和时钟。字形及字段标志方法见图4。需要注意的是每个字



段(含小点)的最大电流不得大于15mA。BG₄、BG₅用来抑制开机时浪涌电流对显示板SL2475和计频计电路LC7250的影响。BG₁₀为控制MHz小点及其小数点显示的电子开关管;BG₈、BG₉为控制KHz小点及其小数点显示的电子开关管;BG₁₁为BG₈~BG₁₀的总控制管;BG₆、BG₇为BG₁₁的控制管,它们受K₇、K₈控制,当需要显示时间时,K₇或K₈闭合,导致BG₆、BG₇导通,使BG₁₁截止,MHz、KHz小点及相应小数点均熄灭,使显示板处在时钟显示状态。

6. 电源电路 这部分在图2中仅给出示意图。对于所供+9V、+12V、+5V、+8V均需稳压,+9V供出电流应为30mA,+12V为200mA,+5V为10mA。特别需要指出的是+8V电压,当LC7250的电源电压V_{DD}=8.0~10.3V时,它可在7.9V~9V之间变化;当V_{DD}=9V时,一般取+8V为宜;当V_{DD}<8V时,该电压应为零,即与地相接。当取+8V时应能给出20mA电流。

电路工作原理

1. 计频状态 当K₁置于FM档时,其余开关K₂~K₈均断开,FM本振信号经C₁耦合至BG₂等组成的缓冲放大级,放大后的信号经C₃加至SP8629分频器进行+100分频,分频后的信号经C₆耦合到LC7250进行计频,然后驱动显示板显示出收音机所接收的FM电台的频率数。与此同时,K₁也间接控制了MHz小点及小数点的显示,以便于准确读数。当K₁置于MW档而K₂~K₈均断开时,MW本振信号经C₄耦合至BG₃缓冲放大级,放大后的信号经C₅耦合到LC7250进行计频,然后驱动显示板显示收音机所接收MW电台的频率数。与此同时,KHz小点及小数点显示电路也同时工作。

2. 时钟状态 当需显示月、日、时、分时,K₂、K₈闭合;若要显示分、秒,则将K₇闭合,K₂、K₈断开。K₇闭合时,进入调校时钟状态,按K₅为进,按K₆为退。

元器件的选用

计频计频驱动电路LC7250是日本三洋公司产品,代用型号有LC7253(4½位荧光管数字频率显示附时钟功能)和LC7257(4½位LED数字频率显示)。+100分频电路SP8629 ECL高速集成电路不能用一般CMOS或PMOS+100分频集成电路代

用,因为该电路工作频率较高,一般电路难以胜任。显示板可有多种规格选用,如SL1427、SL1447、SL1495、SL1711、SL2427、SL2447等,也可选用荧光数码管,但电路要作相应的变动。石英晶体的频率为4.000000MHz,晶体的稳定度越高,计得的频率及时钟就越准确可靠。C₁₀要选用稳定度高、损耗小的云母或瓷介电容,C₁₁最好要选用瓷介半可变电容。BG₂的f_T>500MHz,其它晶体管只要性能参数与所标型号管差不多就可。其它阻容元件、二极管,只要数值参数与所标相同即可。

调校要点

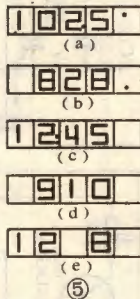
在调校之前,收音机的中频、跟踪、统调等要预先调好。

首先校正频率显示。先调MW波段,用标准信号发生器输出一个幅度为500mV的正弦波信号,经C₄输入(C₄先与振荡回路断开),频率为1455KHz,观察显示板读数是否为1000KHz,若有些小的偏差,可调整W₂使之显示为1000KHz(W₂的调整范围为±2.8KHz)。一般情况下,只要校正一个点即可。然后校正FM波段,用标准信号发生器输出一个幅度为500mV的110.7MHz正弦波信号,经C₁输入(C₁先与振荡回路断开),观察显示板读数是否为100MHz,若有些小的偏差,则调整W₁使之显示为100MHz(W₁的调整范围为±140KHz)。如果没有标准信号发生器,可选用当地一已知频率的广播电台信号作标准信号,仍按上述步骤进行调校,不过准确度差些。若在校正过程中发现显示的偏差过大,这主要是由于石英晶体振荡器的振荡频率偏差过大,可以通过C₁₁将其调整到较小的显示偏差,再作进一步校正。至此,频率校正已经完成。

其次是时间调校。只要将石英晶振的频率校正好后,时钟的走时误差已经控制在极小的范围内,一般可达0.5秒/日。对时、分、日、月及秒的调整,只要按原理部分2所述的各开关及按钮的功能去修正相应的显示值即可。

显示举例

最后,用示意图举例说明显示板的各种显示状态。



1. FM显示:例如接收频率为102.5MHz,见图5(a)。
2. MW显示:例如接收频率为828KHz,见图5(b)。
3. 时分显示:例如12:45,见图5(c)。
4. 分秒显示:例如9'10",见图5(d)。
5. 月日显示:例如12月8日,见图5(e)。

邮购消息

本期17页图1的BSK-8型实验扩音板
供应办法:①扩音板散件:批发价(50套以上)每套16元;零售价每套16.80元;邮购价每套17.60元。②该扩音板专用调试台:零售价每台20.60元;邮购价21.80元。办理上述批发、零售和邮购业务的单位:①北京核仪器厂服务公司(海淀区半壁店61号),开户银行:永定路分理处;帐号:6601—83。②广厦五金交电综合营业部(海淀区白石桥路27号),开户银行:海淀魏公村分理处;帐号:6601—155。外埠读者可任选一家承办单位邮购,不收电汇,收款30天内发货。



OCL功率放大器设计的基本方法

前置放大器的设计

焦宝文
侯葆芳

(1)

本文以BSK-8型实验用放大器(北京核仪器厂服务公司生产)为例,介绍OCL功率放大器的一般设计方法。该实验放大器电路比较典型,可作为高校、电大电子专业课程设计的通用电路,对学完《电子技术自修班》低频电子电路课程的学员,以及有一定电路基础知识的爱好者也有参考价值。读者在学习放大器设计方法的过程中,不仅可以进一步熟悉各种电子器件的性能,而且可以举一反三,综合运用理论知识设计出自己需要的放大器。

电路组成和技术指标

图1为BSK-8型OCL功率放大器电原理图。它主要由前置级、音调控制电路和功率放大级组成,其技术指标如下:

- ① 最大不失真输出功率: $P_{om} \geq 8W$ (负载阻抗 $R_L = 8\Omega$);
- ② 输入灵敏度: 在输入阻抗 $R_i > 500K\Omega$ 时, $V_i < 100mV$;

③ 频率响应: 在无高低音提升和衰减时, $f = 50Hz \sim 20KHz (\pm 3dB)$;

④ 噪声电压: 输入端短路时, 输出噪声电压有效值 $V_N < 15mV$;

⑤ 失真度: $\gamma < 3\%$;

⑥ 音调控制范围: 低音 $100Hz \pm 12dB$; 高音 $10KHz \pm 12dB$ 。

设计的基本步骤和方法

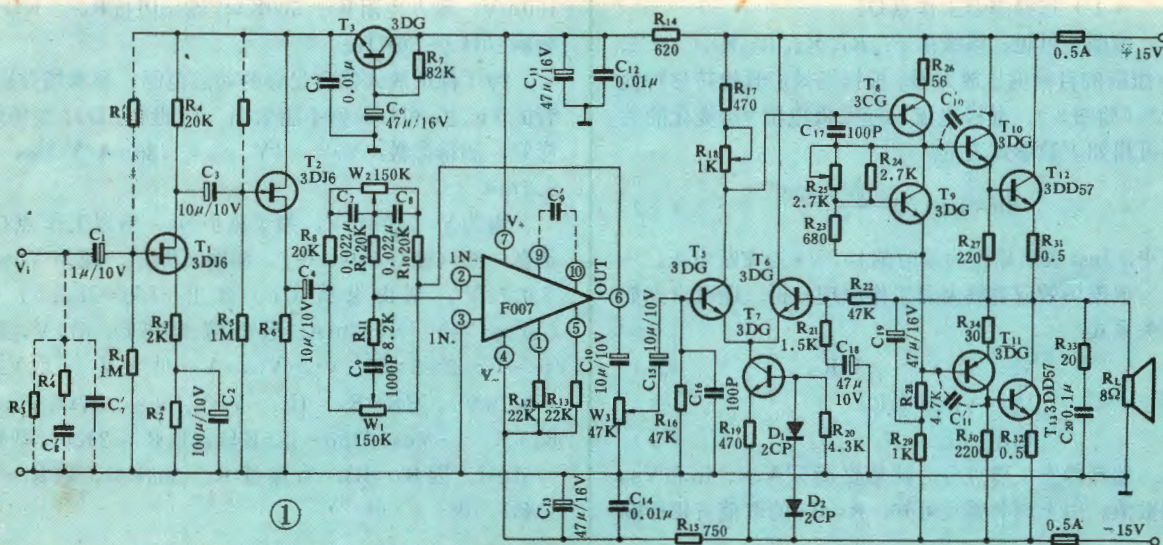
根据给定的技术指标可进行方案设计, 其任务有以下六点:

- ① 确定放大器级数和各级的增益;
- ② 确定电路形式;
- ③ 选择晶体管或集成电路;
- ④ 选定各级静态工作点;
- ⑤ 计算电路元件参数并选取元件;
- ⑥ 技术指标校核。

在进行各部分电路设计计算之前, 要先确定放大器的级数和各级的增益。因为给定最大输出功率 $P_{om} = 8W$, 所以输出电压有效值 $V_o = \sqrt{P_{om} \cdot R_L} = 8V$, 而给定的输入电压 $V_i < 100mV$, 所以放大器总电压放大倍数 $A_{vm} = V_o / V_i = \sqrt{P_{om} \cdot R_L} / V_i = 8V / 100mV = 80$ 。

考虑到电压放大倍数应留有充分余量, 可取 $A_{vm} = 160$, 并分配给各级:

- ① 前置放大器: 因该级对输出的噪声电压影响最大, 故放大倍数不宜太高, 通常选 $A_{vm1} = 5 \sim 10$, 如在本放大器中选 $A_{vm1} = 5$;
- ② 音调控制电路: 因对该级无增益要求, 故可选 $A_{vm2} = 1$;

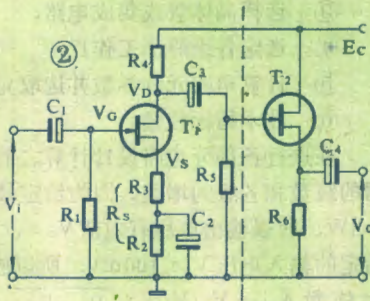


③ 功率输出级：设该级电压放大倍数为 A_{vm3} ，于是可根据总放大倍数 A_{vm} 来求出。因为 $A_{vm1} \cdot A_{vm2} \cdot A_{vm3} = A_{vm}$ ，所以 $A_{vm3} = A_{vm} / (A_{vm1} \cdot A_{vm2}) = 160 / (5 \times 1) = 32$ 。

前置放大器的设计原理

根据该机指标要求，为了便于与晶体唱头、半导体收音机、录音机等多种信号源匹配，前置放大器必须具有较高的输入阻抗，同时，为了使音调控制电路的特性好，前置放大器的输出阻抗要低。另外，由于多级放大器的第一级噪音系数 N_F 对总的噪声影响最大，因此，在设计时必须考虑采取措施降低前置级的噪声。

因为场效应管除了具有普通晶体管的大部分优点外，还具有输入阻抗高、噪声系数低、受温度影响小等特点，所以本级选用场效应管共源放大器



和源极跟随器组成，如图2所示。该电路输入阻抗高， $R_{i1} \approx R_1$ ，并引入电流串联负反馈，提高了电路的稳定性。适当选取 R_3 、 R_4 可得到满意的增益。 T_2 源极跟随器，可获得较低的输出阻抗，同时输入阻抗高，对前级影响很小。为了节省场效应管， T_2 也可选用晶体管组成射极跟随器。

1. 场效应管共源放大器的设计

(1) 选择静态工作点Q：

由图2可见，该级由 T_1 、 R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 、 C_1 、 C_2 、 C_3 组成的自给偏压放大器。根据场效应管的转移特性曲线(如图3)，漏极电流 I_D 随栅极电压 V_{GS} 变化的关系可用如下数学式表示：

$$I_D = I_{DSS} \left(1 - \frac{V_{GS}}{V_P}\right)^2 \quad (1)$$

式中， I_{DSS} 表示栅压为零时的 I_D ， V_P 为夹断电压。

根据场效应管放大器工作原理分析，还可得到如下关系式：

$$V_{GS} = -V_S = -I_D R_S \quad (2)$$

$$V_D = V_{DS} + I_D R_S \quad (3)$$

$$I_D R_D = E_C - V_D \quad (4)$$

选择静态工作点Q，就是要确定 V_{GS} 、 I_D 和 V_{DS} 的数值。由上列关系式可知， R_S 、 R_D 的取值直接影响

到 V_{GS} 、 I_D 、 V_{DS} 的数值，因此，设计电路的基本任务就是确定 R_S 、 R_D 的数值。

(2) 求 R_S 、 R_D

① 先把选定的 V_{GSQ} 数值代入(1)式，求出 I_{DQ} 。

② 将 I_{DQ} 代入(2)式，求出 $R_S = -V_{GSQ} / I_{DQ}$ 。

③ 选定 $V_{DS} \approx E_C / 2$ 或 $V_{DS} = (1 \sim 2) V_S$ 并代入(3)式，则可求出 V_D 。

④ 将 V_D 值代入(4)，求出 $R_D = (E_C - V_D) / I_{DQ}$ 。应当指出，由于(1)式是一近似公式，因此所得结果可能与实测的 I_D 值有所偏差。此外，还应当注意适当选取 V_{GS} 值，以保证足够的动态范围。

(3) 计算电容 C_1 、 C_2

因为 C_1 、 C_2 主要影响低频响应，要求：

$$C_1 \geq (3 \sim 10) \frac{1}{2\pi f_L R_1}$$

$$C_2 \geq \frac{1 + g_m R_2}{2\pi f_L R_2}$$

式中 f_L 为低频截止频率， g_m 为跨导。

另外，放大电路的输入电阻 $R_i \approx R_1$ ，输出电阻 $R_o \approx R_D$ 。

(4) 电压放大倍数的计算：

$$A_{vm1} = -\frac{g_m R_D}{1 + g_m R_S} \quad (\text{其中 } R_D = R_D \parallel R_L)$$

$$A_{vm1} \approx -R_D / R_S \quad (\text{当 } g_m R_S \gg 1 \text{ 时})$$

现对图2电路进行计算。已知放大器输入电压 $< 100\text{mV}$ ，输入电阻 $R_i > 500\text{K}\Omega$ ，输出阻抗 $R_o < 1\text{K}\Omega$ ，频响 $20\text{Hz} \sim 50\text{KHz}$ 。

为了保证放大器有足够的动态范围，要求场效应管的 V_P 、 g_m 和 I_{DSS} 值不能太小。 T_1 选用 3DJ6 型场效应管，测得参数： $V_P = -1\text{V}$ ， $g_m = 1.85\text{mA/V}$ ， $I_{DSS} = 5.2\text{mA}$ 。

因为 $V_i < 100\text{mV}$ ，为了减小 N_F ，所以工作点Q选低一些(使 I_{DQ} 小一些)，如图3所示，现取 $V_{GSQ} = 0.76\text{V}$ ，则由公式(1)算出： $I_{DQ} = I_{DSS} [1 - (V_{GSQ} / V_P)]^2 \approx 0.3\text{mA}$ 。若电源电压 $E_C = 11\text{V}$ ，则 $V_{DS} \approx E_C / 2 \approx 5.5\text{V}$ ， $V_D = V_{DS} + V_S \approx 6.25\text{V}$ (取 $V_S = 0.76\text{V}$)， $R_D = R_4 = (E_C - V_D) / I_{DQ} \approx 20\text{K}\Omega$ ， $R_S = R_2 + R_3 = -V_{GSQ} / I_{DQ} \approx 2.5\text{K}\Omega$ ，取 $R_3 = 2\text{K}\Omega$ ，则 $R_2 \approx 510\Omega$ ，因 $R_i \approx R_1$ ，为保证 $R_i > 500\text{K}\Omega$ ，取 $R_1 = 1\text{M}\Omega$ ，则



$$C_1 > \frac{10}{2\pi f_L R_1} \approx 0.3 \mu F \quad (\text{取 } C_1 = 1 \mu F)$$

$$C_2 > \frac{1 + g_m R_2}{2\pi f_L R_2} \approx 6 \mu F \quad (\text{取 } C_2 = 100 \mu F)$$

$$A_{vm1}' = \frac{-g_m R_4}{1 + g_m R_3} \approx -7.9$$

该放大器实测结果： $I_D = 0.34 \text{ mA}$ ；当输入 $V_i = 100 \text{ mV}$ ($f = 1 \text{ kHz}$) 时，输出电压 $V_o = 800 \text{ mV}$ ， $A_{vm1}' = V_o/V_i = 8$ 。计算值与实测结果基本相同。

2. 场效应管源极跟随器的设计

由图2可见，该级由 T_2 、 R_5 、 R_6 组成。为了得到最大的动态跟随范围，一般将工作点 Q 选在转移特性曲线的中点(图4)，即 $V_{GS} = V_P/2$ ， $I_{DQ} = I_{DSS} [1 - (V_{GS}/V_P)]^2$ ， $V_S = -V_{GS}$ ， $R_S = V_S/I_{DQ}$ ，即 $R_6 = V_S/I_{DQ}$ 。

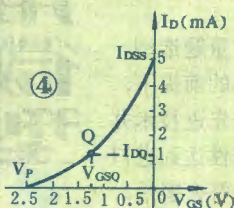
源极跟随器传输系数： $A_{vm2} = \frac{R_S}{1/g_m + R_S}$

输入阻抗 $R_i \approx R_5$ ；输出阻抗 $R_o = R_S / \frac{1}{g_m}$ 。

现对图2源极跟随器进行计算：为了得到较低的

输出阻抗和足够的动态范围，场效应管的 V_P 、 g_m 和 I_{DSS} 值不能太小。

现选用 3DJ6 型场效应管，测得： $V_P = -2.5 \text{ V}$ ， $g_m = 1.5 \text{ mA/V}$ ， $I_{DSS} = 5 \text{ mA}$ ，转移特性曲线如图4。则有： $V_{GSQ} \approx V_P/2 = -1.25 \text{ V}$ ， $I_{DQ} \approx I_{DSS} [1 - (V_{GSQ}/V_P)]^2 \approx 1.25 \text{ mA}$ ， $R_S = R_6 = -V_{GSQ}/I_{DQ} = 1 \text{ k}\Omega$ ， $A_{vm2}' = R_S / [R_S + (1/g_m)] \approx 0.59$ 。取 $R_i = R_5 = 1 \text{ M}\Omega$ ； $R_o = R_S \parallel 1/g_m \approx 400 \Omega$ 。该



源极跟随器实测结果： $I_D = 1.3 \text{ mA}$ ，当 $V_i = 800 \text{ mV}$ 时，输出 $V_o = 490 \text{ mV}$ ， $A_{vm2}' = V_o/V_i \approx 0.6$ 。计算值与实测结果基本相同。

图2电路技术指标校核如下：

输入阻抗： $R_i \approx R_1 = 1 \text{ M}\Omega > 500 \text{ k}\Omega$ ；

输出阻抗： $R_o = R_6 \parallel 1/g_m = 400 \Omega < 1 \text{ k}\Omega$ ；

总电压放大倍数 $A_{vm1} = A_{vm1}' \cdot A_{vm2}' = 7.9 \times 0.59 \approx 4.7$ 。

基本符合设计方案要求。

(上接29页)

$$g_m = \frac{\Delta I_D}{\Delta V_G} = \frac{I_{D1} - I_{D2}}{V_{G1} - V_{G2}}$$

当需串入自偏压电阻 R_S 进行测试时，可先估计一个自偏置电压 V_{G0} ， V_{G0} 应比实际所需的栅极偏压的幅度大。例如实际所需栅偏压为 -3 V ，则 V_{G0} 可取 -5 V 。由于在测试电路中 I_D 是恒定的，所以 R_S 不随被测管特性而变，可由 $R_S = V_{G0}/I_D$ 求出。这时，测试电路中的 I_D 仍由公式 $I_C = V_O/R_C = 12 \text{ V}/R_C$ 决定，而 $V_{DS} = V_2 - V_{GQ}$ 。对应的栅极偏压 $V_{GS} = V_{G0} - V_G = R_S \cdot I_D - V_{G0}$ 。式中 V_G 为栅极电压表所指示的电压值。这时有下式：

$$g_m = \frac{\Delta I_D}{\Delta V_G} = \frac{I_{D1} - I_{D2}}{R_S(I_{D1} - I_{D2}) - (V_{G1} - V_{G2})}$$

耗型场效应管的 I_{DSS} 可按下述方法进行测定：先按测 g_m 的方法，把 I_D 开关 $7K_1$ 置于“可调”位置，测出在某一 I_D 下的 V_{GS} ，然后调 $7W_1$ 使 V_{GS} 刚减小到零，这时对应的 I_D 就是 I_{DSS} 。若 I_{DSS} 不在 $7W_1$ 可调范围内，可把 $7K_1$ 置于“外定”，用外接 R_C 的方法进行测试。串 R_S 测试时，应按 $V_{GS} = R_S \cdot I_D - V_{G0}$ 进行计算。

测场效应管夹断电压 V_P 时，用“外定” I_D 的方法，接入 R_S

和 R_C ，并使 I_D 等于 $50 \mu\text{A}$ 左右(或特性表中规定的小电流)，这时的 V_{GS} 即为 V_{P1} 。

在图1所示的实际电路中，测场效应管的 g_m 时，各开关功能如下：

$7K_1$ 、 $7W_1$ ——控制漏极工作电流 I_D ，操作方法与测 h_{FE} 相同。

$7K_2$ ——控制 V_G 测试量程，分为 $0 \sim 0.25 \text{ V}$ 、 $0 \sim 5 \text{ V}$ 、 $0 \sim 25 \text{ V}$ 三档。不插被测管时， $7K_2$ 应放在 25 V 量程上。

$7K_3$ ——测试极性开关，“N”为N沟道场效应管，“P”为P沟道场效应管。

$7K_4$ ——表头极性开关，测N沟道时为“+”，测P沟道时为“-”。

不串自偏压电阻 R_S 时，被测场效应管的S、D、G三极分别插在 $7CZ_1$ 的E、C、B端。串 R_S 时，被测管的S、D、G分别插在 $2CZ_1$ 的S'、C、B端。外接自偏压电阻 R_S 插在 $7CZ_1$ 的 R_{S1} 和 R_{S2} 之间。

被测场效应管 V_{DS} 的调节方法与测 h_{FE} 时相同(即调 V_2)。测N沟道场效应管时调 V_{EE} ；测P沟道时调 V_{CC} 。若串接了自偏压电阻 R_S ，调 V_2 时，应增加 R_S 上的压降 V_{GS} 。

▲ 陕西省永寿县监军电子服务部供应：

①进口芯片，国内封装的黑白电视机用 μPC 系列正品IC，每套3块邮购价25元。②CMOS、PMOS数字电路，正品单价低于部标价；副品单价：门电路0.50元/块，触发器0.70元/块，功能件0.90元/块。③运放IC副品，高、中增益型0.80元/只，通用II、III型0.90元/只，低功耗型1.00元/只，高阻型1.50元/只。④LDQ 810电子琴IC副品(附应用电路)1.00元/片。

邮购消息

以上②至④项，邮购10块以下加收邮费0.30元。

欲购者可向该服务部函索详细清单(信内附填好复信地址的信封和8分邮票)，收款30天内发货。

▲ 国营郑州无线电元器件营业部供应：

袖珍信号发生器全套散件(包括机壳)，可输出 1000 Hz 、 $0 \sim 450 \text{ mV}$ 低频信号及 $465 \sim 1700 \text{ kHz}$ 高频调制信号，可作调修中波收音机用。收款30天内发货。

微型电子计算机(以下简称微机)的种类很多,有1位、4位的,也有8位、16位的;有单板形式的,也有系统。

从我国目前的价格来看,从几百元的简单微机到几万元的复杂机器都有。因此,选用合适的微机以获得最佳的使用效果与经济效益,是推广微机应用中值得注意的重要问题。

选用微机的总原则是:量题选型,留有余地。在符合这个原则的前提下,尽可能选用国产机器。引进先进技术并经国产化的微机,不仅可靠性达到进口同类机水平,而且性能上更符合国情,便于使用。更重要的是,国产机器便于维修,并能在国内获得多方面的技术支持。

具体选用哪一种型号的微机,是一个技术性很强的问题。一般来说,以往用继电器系统来完成的简单的自动控制,如电镀自动线、普通机床的进刀系统、定时开关以及简单的工艺流程,都可以用1位微机来完成。北京椿树电子仪表厂的LST-82、机械工业部自动化所的MIC、陕西省电子所的GK-14500、上海工业自动化仪表所的TS-200,都已制成实用的控制系统,供用户选用。

对于稍微复杂、但不涉及复杂计算和大量信息存取的控制系統,可选用4位机。尤其是在家用电器方面,4位机更是与无与伦比。电视机、电冰箱、洗衣机、汽车、智能仪表、儿童玩具,都是4位微机能大显身手的用武之地。一些简单的机床控制,例如注塑机、线切割机等,也可选用4位机。目前,上海无线电十四厂和北京东光电子工厂均已生产成套的4位微机电路。

对于要求进行高速实时处理的控制系统,可选用合适的8位或16位单板微机作为控制中心。由于单板机不涉及系统软件,选用哪种CPU不是主要问题(当然,在某一部门里,应当力求统一),重要的问题是它必须具备足够高的主频、足够大的高速存贮器以及足够多的输入输出接口。目前,我国各地生产的单板机种类很多,主频范围大约1~8兆赫,存贮器容量4K~32K字节,通常都有1~2个串行、并行接口。采用的CPU有M6800、Z-80、Intel8080、8085、8086、M68000等。低档的价格约人民币1千多元,高档的5~6千元,用户可按实际情况选用。

对于涉及大量的数据存取、复杂的信息处理以及频繁的人机对话的系统,必须选用8位或16位微机系

怎样选用微型电子计算机

柳维长



统。它通常包括主机、键盘、显示器、磁盘驱动器和打印机这些基本部件。选用这类机器时,在多数情况下,速度不是主要考虑对象。首先要考虑的是人机对话的手段和后备信息的容量。对我国多数用户来说,必须选用具有汉字处理系统并配有大容量磁盘存贮器的微电脑系统。汉字系统的种类也是五花八门,怎样衡量一个汉字系统的好坏?一个最主要的尺度是汉字输入是否简捷,是否普通未经训练的人也能按原来书写汉字的习惯输入汉字。磁盘存贮器分两大类:软盘和硬盘。从尺寸上分,目前有8英寸和5 1/2英寸两种。每个软盘的存贮量约为80K~1200K字节。小型温式硬盘的容量约为5M~40M字节。对于一般的事务管理,例如旅馆、办公室、仓库等,一台微机系统的磁盘存贮容量至少在1M字节以上。因此,在目前技术条件下选型时首先应当考虑配有8英寸软盘或温式硬盘的系统。

对于那些多工作站的系统,例如旅馆、政府机关的管理系统,有两种选择。一种是一个大的主机带数个工作站;另一种是由多个微机组成局部网络。第一种方案初始投资费用大,由于集中控制,可靠性较低。第二种方案初始投资费用小,分布式的处理提高了整机系统的可靠性。除非需要主机进行高速、复杂处理的系统,在绝大多数情况下,最好选用第二种方案。我国已引进局部网络技术,并逐渐实现国产化。OMNINET不久将可以把国产的BCM-3微机联成局部网络。一台微机,一般只需增加2~3千元人民币就可以联网。当然,在选择型号时,一个网络内的微机最好力求统一。将数台微机联网后,在适当的时间按需要可以在网络内加一个大容量的硬盘存贮器,供各个工作站公用。

以上提及的仅仅是选用微机的一些原则,对于应用微机缺乏经验的用户,在选型时最好问专业部门咨询,或者请有关专家协助,以免造成浪费。

▲广东省汕头青年实业服务公司无线电器厂供应袖珍型立体声磁带放音机,带立体声耳机,邮购价80元。售完为止。

邮购消息

▲河南省安阳市园南路合作迎春电修部按《三色发光二极管电平表》一文规格供应:①成品(最大指示功率10W),用正品变色管的单价13.40元,用副品变色管的单价11.40元。②全套散件,用正品变色管的每套12.90元,用副品变色管的每套10.90元。③不带变色管的散件,每套4.50元。以上每套邮费均为0.60元。收款30天内发货。



三色发光二极管电平表

王永放

变色发光二极管是国内新近出现的一种新型发光管，这种管子可以发出红光、绿光或由红、绿光混合成的橙光，其外形尺寸及电性能见本刊今年8期《变色发光器件简介》一文。本文介绍利用2EF302型变色发光管组装的三色发光二极管电平表，用以装饰各种音响设备，将给音乐聆听者带来新奇的视觉感受。

图1为电原理图，其发光驱动部分与普通电平表没有什么区别，因此这里不再赘述。本电路的特点是设有一个由BG₁₀~BG₁₂组成的开关控制电路，发光管的供电电压也因此分为A、B两路，A路由BG₁₁供给，B路由BG₁₂供给，分别发出红色(R)和绿色(G)光。

发光管由BG₁₂开通的B路供电而发绿光。

BG₁₀由于基极串有电阻R₂₇，其触发灵敏度低于BG₁₂，因此，BG₁₀和BG₁₂并不能同时导通。只有当输入信号进一步增大，C点电位上升到一定程度时，BG₁₀才会导通。因此，在BG₁₀导通前，由于BG₁₁和BG₁₂同时导通，即A、B两路同时给发光管供电，使它们发出橙光。

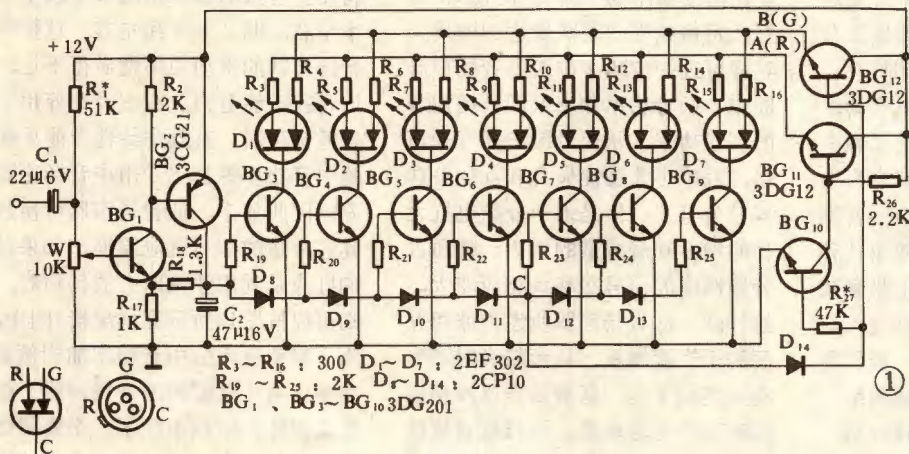
综上所述，当输入信号由小到中再到大时，电平表依次会发出红、橙、绿三种光。实际上，由于扩音机输出的音频信号的功率是瞬息变化的，所以电平表发出的光也是千变万化的，形成一条绚丽多变的光带。

本电路对元件无特殊要求。全部电阻都用1/8W

碳膜电阻。D₈~D₁₄可用任何2CP型二极管。BG₁的 $\beta \geq 50$ ，BG₃~BG₁₀的 $\beta \geq 30$ ；BG₂可用3CG21型或其它PNP硅管，BG₁₁、BG₁₂可用I_{cm}>100mA的3DG或3DK型NPN硅管， $\beta > 80$ 。电解电容器的耐压要>12V。

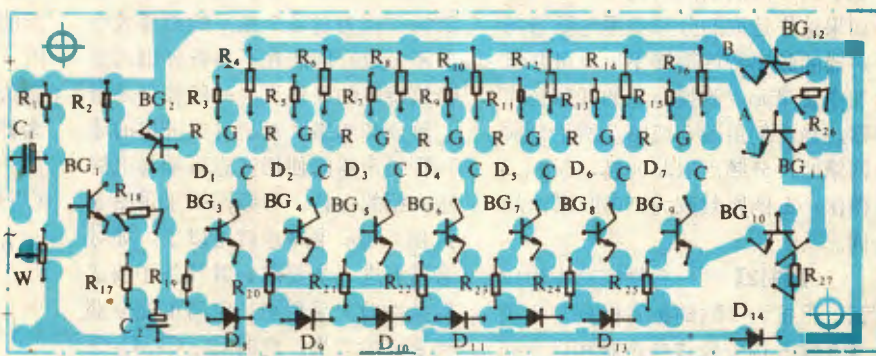
图2为印制电路板元件分布图。只要安装无错，一般即可工作。装好后，先把W调在中

(下转13页)



控制信号取自D₁₂正极的C点。由于偏置电流很小，故对驱动部分没有什么影响。在小信号时，即D₁₁导通前，BG₁₀和BG₁₂基极因无偏流而处于低电位，故都不导通。这时，BG₁₁通过R₂₆取得偏流而饱和导通，发光管由A路供电而发红光。

当输入信号(即扩音机音频输出信号)增大时，



②



扩音机与扬声器 配接实例(下)

王德源

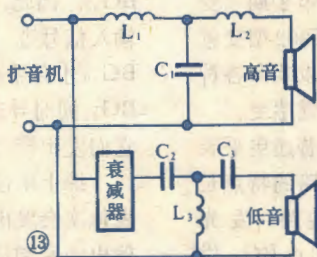


【例11】 有8英寸8欧5伏安橡皮边扬声器和3英寸8欧5伏安扩散型(或环型)高音扬声器(交叉频率3500赫)各一只,欲与10瓦8欧的扩音机配接,怎么接?应注意什么问题?

配接说明 对于扩散型或球顶型振膜的高音扬声器,其特点是高音的指向性较宽(放音辐射角大)、失真小、瞬态响应和频响都较好。作为音箱的高频单元,可获得比普通高音扬声器更为清晰逼真的高音。但这种扬声器也有缺点,就是对交叉频率以下的信号频响较差,易产生失真;而且效率也低于普通纸盆高音扬声器,音圈的振动范围较小。因此它需要较大的高音功率推动,但又不允许有较大的低于交叉频率的信号功率加给它,否则就会产生较大的失真,甚至引起扬声器音圈剧烈振动而烧毁。所以在使用这种扬声器时,分频网络的截止带衰减率一定要大些,以充分衰减进入高音部分的中、低音功率。一般可用每倍频程衰减12分贝的分频网络,如图5和图7所示电路就较合适。另外在选取分频频率时,通常不应低于扬声器制造厂给出的频率值。如果这样选取的分频频率与低音扬声器的频率特性衔接不上,可再增加中音单元或改换合适的低音扬声器。当本例用图5或图7所示分频网络时,分频点取3500赫,C用4.5微法; L_1 的匝数改为150匝,其余均同。

【例12】 一台额定功率为12瓦、阻抗为8欧的扩音机要与8英寸8欧5伏安橡皮边扬声器和日本进口球顶型2英寸10伏安8欧(交叉频率为3500赫)高音扬声器各一只

配接,据说用图13所示的分频网络效果很好,是这样吗?图中各分频元件的数据如何?

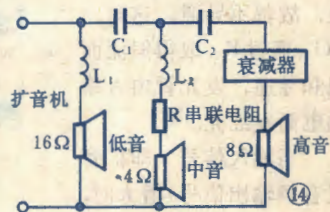


配接说明 图13所示的是三阶分频网络。它的优点是频率分隔特性比图5所示的二阶分频网络更好;每倍频程的衰减量达18分贝。这样可进一步减小串入高音扬声器的中、低音功率和串入低音扬声器的高音功率,从而对保护高音扬声器,并减小非线性失真和互调失真等较为有利。但是由于分频电抗元件的增多和衰减量的增大,使通过分频网络的信号相移也相应变大,这样高、低音扬声器所发声波相互间的干扰就加重,从而放音时产生有点类似于高、低音扬声器反相连接时所产生的现象,导致放音质量变劣。并且这不是可以简单地把高(或低)音扬声器反相连接就可解决的(因为对各个频率的相移大小并不一致)。因此在不具备仔细调整音箱特性的条件下,一般较少采用三阶分频网络。对于日本进口的球顶型扬声器的使用注意事项与上例中介绍的一样,分频网络采用图5或图7所示电路也就可以了。如对音质有进一步要求,并具备了调试等条件时,采用图13电路可能会获得更好的效果。此时 C_1 、 C_2 、 C_3 分别用6.8微法、4微法、11微法。 L_1 、 L_2 、 L_3 分别绕185匝、120匝、110

匝,骨架、漆包线线径及绕制方法均同例1。

【例13】 有一台2×10瓦额定功率、阻抗为8欧的立体声扩音机,欲配上一个12英寸10伏安16欧纸盆扬声器、两个5英寸1伏安4欧扬声器和两个3英寸3伏安8欧高音扬声器组成立体声放音系统,怎么接法?

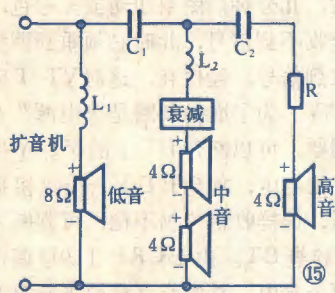
配接说明 在这个例子中,低音和中音扬声器的选用不合适。其中低音扬声器的阻抗为16欧,与额定输出阻抗为8欧的扩音机配接,将使扩音机的额定输出功率减小一半左右,即2×5瓦左右。这样低音扬声器的推动功率就显得不足,低音就不够有力。在中音部分用了普通扬声器,其频率特性能承受的中音功率等都比专用中音扬声器差。因此如中、低音扬声器可换用其它合适的型号就应掉换。如果已购好或是利用手头所有的扬声器,则可以按图14所示那样配接。图中,为了避免过大的中音功率加到额定功率仅有1伏安的中音扬声器上而造成损坏,所以串联了一个衰减电阻,阻值可在8~20欧间由调试决定。电路中的衰减器可按例2中介绍的做,也可用一个8~20欧的电阻。分频元件 C_1 、 C_2 分别为10、2.2微法; L_1 、 L_2 绕350匝、160匝,其余都同图8一样。图14被实践证明,是一种简单而又实用的配接电路(当然要求是不高的)。



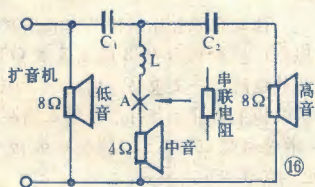


【例14】 现购到2个5×7英寸4欧2伏安的扬声器,另有3英寸4欧3伏安高音扬声器和8英寸8欧5伏安橡皮边扬声器各一个,怎样和10瓦8欧的扩音机配接?

配接说明 可以按图15所示电路配接。图15有以下两个特点。①用普通5×7英寸4欧2伏安扬声器串联后作为中音单元,这样总功率为4伏安,总阻抗为8欧,与低音扬声器的配合较好。同时一定程度上改善了中音高频部分的指向性。这对没有专用中音扬声器或想利用已有扬声器的情况是非常合适的。②高音扬声器的阻抗为4欧,为了达到阻抗匹配,串联了一个电阻R。串联R后,高音音量将有所衰减。但如衰减量合适,正好可避免出现一般常见的高音过多的现象。当R为4欧左右时,高音功率衰减掉一半左右,此时阻抗正好匹配,如高音音量也合适,就是较理想的配接了。这在实践中是较常见的。电路中C₁、C₂、L₁、L₂的数据同图8电路中一样。



【例15】 有10英寸5伏安8欧、6.5英寸4欧2伏安和3英寸8欧0.5伏安扬声器各一只,欲按图16连接后接到一台不知输出功率的OCL扩音机上去,是否合适?



配接说明 在将音箱与扩音机配接时,一般应尽可能满足下列基本要求,这样才能为获得较好的放音效果打下良好的基础。

① 扩音机的额定输出阻抗要与音箱阻抗匹配。

② 扩音机的额定输出功率至少要等于音箱的额定功率(这可以低音扬声器的额定功率为准),最好能大2~3倍(用橡皮边扬声器时要大3~4倍)。或者扩音机的最大输出功率要大于音箱瞬时最大功率的1.2~2倍。

③ 音箱中两路或三路扬声器的标称阻抗要一致(音箱阻抗为一一路扬声器的阻抗)。额定功率也不应相差太大,一般中、高音扬声器的额定功率可比低音扬声器小1/3~1/2左右。

④ 选用合适的分频网络、分频频率和衰减器。

⑤ 高、中、低音扬声器最好都用专用扬声器,尤其是高音扬声器绝对不可用普通小口径扬声器代替。因为这类扬声器的频率上限仅为3500~5000赫,远不能满足要求。由于普通扬声器的中音特性还好,因此在考虑好阻抗及承受功率等问题后可以代替中音扬声器。

以上对配接要点作了一些总结(对于阻尼系数匹配等因在实际中较少出现、亦不太突出的问题就不再提及了),根据这些要点,再结合前面的14个实例,就足以应付常见的各种配接问题。如对于本例,配接的方法是:①高音单元换用3英寸8欧3~5伏安的高音扬声器。②中音单元如不换用专用扬声器,可串联4~8欧的电阻再用。③扩音机的额定输出功率在6~12瓦较合适,阻抗8欧。如不知扩音机的输出功率P₀,可按式估算一下: $P_0 = (0.6 \sim 0.8) E_c^2 / 8 R_L$, 式中E_c为电源电压, R_L为负载阻抗(此式适用普通OTL、OCL扩音机)。

④图16所示的配接线路可用,但应在A处串一中音衰减匹配电阻。电路中C₁、C₂同图8中一样, L₁同图8中的L₂一样。(续完)

邮购消息

▲ 山东淄博电子管厂在本刊1983年7期《一种小型同步示波器的业余制作》一文原理图基础上,经实验改进后供应整机和套件。整机性能同该文,外形尺寸30×14×20cm。邮购价:整机220元,10台以上优惠5%,50台以上优惠10%;全套散件(带机壳等硬件)160元;主要件(包括8SJ31J型示波管配屏蔽罩、变压器配支架、印制板、便携式烤漆机壳、面板、刻度板、聚光圈及四个镀铬固定螺钉)90元。均附电原理图、印制板图、使用说明书。预收邮寄包装费5元,多退少补。欲购者请先去信索取供应证,按供应证规定日期汇款邮购,收款30天内发货。该厂开户银行:山东淄博周村区办;帐号:51007。

▲ 江苏无锡市江阴长泾广播器材厂供应:①进口解码板主件(可供进口彩电改制和国产黑白电视机改彩用),包括晶体振荡器、延迟线、TA7193P、全套中周电感及印制板,附装配图,每套40元,邮费2元。②日产KC-855D双声道优质座式机芯,六按键八功能慢开门,有选听复听、自停功能,带计数器、键帽、观察窗,交流抹音,每台75元,邮费2元。③M301F1金属结构宽带双声道座式机芯,慢开门,带计数器、键帽、交流抹音,每台62元,邮费2元。④TA7176、7609、7611、7193P、东芝彩电IC,每套35元,邮费0.50元。⑤进口14"彩电行管BU208,每只8元,邮费0.50元。收款30天内发货。

▲ 安徽省淮南市大通红波电器商店供应:①进口录音机传动带,半周长5~18cm共26种,0.18元/条;传动轮圈,外径10~35mm共10种,0.18元/只;压带轮,有5种规格,0.25元/只。以上10条(只)以下加邮费0.10元,10只以上免收邮费。购者请注明所需品名和详细尺寸。②进口IC:LA4100、4101、4102、4112,2.40元/块;LB1405,3.20元/块;HA1392,8.50元/块,免收邮费。收款20天内发货。

▲ 浙江省温州无线电十三厂供应:①MF28-1型万用表,外型及量程见本刊今年5期封底,邮购价22.50元。②MF27型万用表,除无h_{FE}档外,量程及外形同MF28-1型,邮购价19元。收款30天内发货。

日立彩色电视机常采用八位预选器的电子调谐器。这种调谐器利用变容二极管和开关二极管来实现频道转换,调谐方便,电路简单,便于节目预选,目前国内也已广泛采用。本调谐器高放级和本振级调谐回路均采用变容二极管,改变加在二极管上的反向直流电压,可以改变其电容量,所以我们只要调节面板上的电位器,就能改变直流电压,从而达到所要接收频道的电压值。而频段的转换是采用拨动开关,分别接通 U 、 V_H 、 V_L 中之一的直流电源来实现, V_H 、 V_L 转换靠开关二极管来完成。

日立彩色调谐器的方框图如图1所示,它由调谐器ET和预选器构成。预选器包括八位按键开关,频段选择和频道调节等部分,八位预选按键不是指示频道数,而是指示用

第几路工作,每一路都可以接收UHF和VHF频段节目。现在国内生产的都是这种八位预选器的电调谐器。预选器由直流控制部分、转换开关和电位器构成,电视机正常工作时,由机芯板加给预选器的直流控制电压为: $B=12V$, $AFC=7V$, $VZ=31V$ 。 B 为电源电压, AFC 为自动频率控制电压, VZ 为调谐电压,它是由机芯板54V电源电压经电阻降压并稳压后送出的。当我们选择频道时,掀动预选器开关,调节频道时,给出控制电压,送入电子调谐器,预选器给出的电压如表1所列。调谐器各引出线端电压如表2所列。

表1

电压(V)	引出线端	BU	BL	BH	BM	VD
V_L		0	12	0	12	0~30
V_H		0	0	12	12	0~30
U		12	0	0	12	0~30

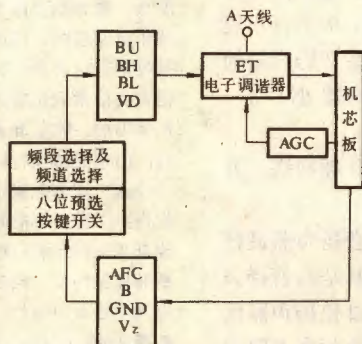
注:BU—UHF频段的直流电源,BL—VHF频段1~5频道电源;BH—VHF频段6~12频道电源。

表2

引出线端	AGC-V	AGC-U	VT-V	VT-U
电压(V)	11~7.5	11~7.5	0~27	0~27

日立彩色电视机 调谐器检修两例

李 南



电子调谐器采用反向AGC,起控后为7.5V,与一般机械式调谐器不同。VT-V、VT-U分别是VHF和UHF各频道的调谐电压,由预选器VD得到。IF是中频信号输出,TP是高放测试点,GND接地。显然,当电视机不能给出规定直流电压送往预选器时,电视机不能正常工作,首先应保证送入预选器的各个电压符合规定值,经过预选器后,也应给出表2的规定电压。最后着重检查调谐器各引出线端电压,特别是VT-V电压,该电压不稳会造成图象闪动、彩色不稳,这往往是由于“电源”(预选器)不良或“负载”(调谐器)不良引起。

下面例举两则检修实例予以说明。

【例1】现有一台CRP-450D型机,接收2频道信号时,开始正常,约十分钟后出现图象闪动,此时测得调谐电压VT-V为6.5V,但不稳定,指针左右摆动。断开VT-V接线后,测量预选器送来的调谐电压VD是不稳定的,说明供给VT-V的电压就不稳,经检查是U频段VT-U内部不良造成。应急修理时,可将VT-U断开,以保证VT-V电压正常,使之能稳定接收VHF频段节目。

【例2】CRP-1490D型机接收信号时不稳定,开始接收2频道还正常,几分钟后图象扭曲或无彩色,或无图象,最后完全收不到信号,此时必须重新调整频道调谐旋钮才能收到信号。经检查,这时VT-T电压已由6.8V变到5.5V。为了准确判断是“电源”问题,还是“负载”问题,可以断开ET上的VT-V接线,外加一个手动直流电压,加到ET上,接收相应的频道,调节此电压,如接收信号仍不稳,可判断为调谐器ET故障,可检查ET。由于CRP-149D调谐器U、V分别置于两个盒内,首先作直观检查有无碰线、短路、电阻或晶体管损坏等。由于本振频率的飘移,会直接影响中频输出,造成接收信号不稳。而影响本振频率以变容二极管为最大,变容二极管在无专用设备情况下又很难测试,所以应急修理措施可暂将本振回路的变容二极管与高放级的交换一下,可能奏效。

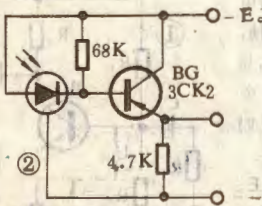
邮购消息

西安东郊长乐坡村西安长乐家用电器厂按本刊今年3期《重荷OTL功放电路》一文规格,供应图2印制板及板上全部元器件,带输入插座和电位器,不带喇叭和电源,散件每套15.50元,装调好的成品17.00元,邮费均为0.60元。收款30天内发货。

电子信箱

▲ 石家庄宋又凯问 一般光电二极管都是两条腿的，但是我们购到的几只硅光电二极管却有三条腿，不知多出的一条腿有什么用？在实际电路中如何接？

答 这是一种具有保护环式 PN 结型光电二极管。这种光电二极管除具有前极（负极）、后极（正极）外，还有一个保护环极（简称环极）。环极的作用是减小光电二极管的暗电流（无光照时的电流），可使管子的光电流（光照时的电流）与暗电流的比值增大，从而提高器



件的灵敏度和可靠性等。通常光电二极管的前、后极上加的是反偏压，环极的电位则要求高于前极，见附图 1，实际用例见附图 2。大多数情况下，光电二极管的环极也可以不用而悬空。这时除管子的暗电流有所增加外，其它一般无不良影响。

（迅 阻）

▲ 河北东光县耿杰等问 我有一块手表走时基本准确。但有几次将手表与一台变压整流电源装置一起放入抽屉中后，第二天取出就发现表停走了。这是为什么？如何避免？

答 这种情况一般仅发生在机械表或指针式石英电子表上。因为整流装置中的电源变压器能产生较

强的交变磁场及一定的恒定磁场，这些磁场会对手表中的摆轮、齿轮等元件发生影响，使手表元件带上磁性或工作紊乱而停走。即使是整流装置没有插上电源，也还是可能有平时已被反复磁化或原来就带有一定磁性的元件和铁外壳等对手表产生一些不良作用。因此手表不能与这种整流装置就近同放一处，尤其当整流装置通电时更应注意。当然，手表也更不要与原来就带有强磁性的外磁式扬声器或万用表等同放一处。

（玥 友）

▲ 安徽王德华问 自制高音质扩音机，有的交流声很大，用手触摸地线，交流声就大大减小；有的平时无交流声，用于触摸金属底板时，便有较强的交流声，是何原因？

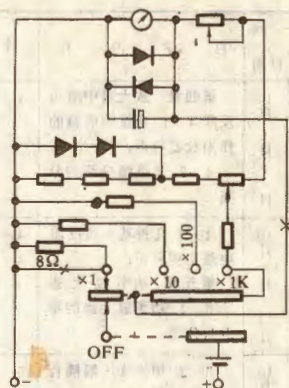
答 这种现象是由于未能正确处理好扩音机的接地而造成的。前者是 50Hz 工频信号被感应进扩音机的输入端，造成交流声，当手触摸地线时，50Hz 工频信号通过人体入地，感应进输入端的信号减弱，所以交流声就大大减小。后者是平时基本上没有 50Hz 工频信号进入扩音机，当手触摸金属底板时，人体感应的交流信号通过底板进入扩音机输入端，便会产生较大的交流声。造成这些现象的原因可能有：①各放大级不是采用集中一点接地；②地线自成闭合回路；③该用屏蔽线的导线未用屏蔽线；④屏蔽线、金属外壳、电位器外壳等未接地；⑤屏蔽线两端接地；⑥电源变压器静电屏蔽层未接地。只要查明具体原因并改正过来，上述故障一般都可以消除。

（科 文）

▲ 云南海口杨明问 我有一块 MF40 型万用表想增加 $R \times 1 \Omega$

档，不知应怎么改制？

答 可把 MF40 型万用表的“OFF”档改做“ $R \times 1 \Omega$ ”档。改装电路见附图。



具体步骤如下：①将图中打“×”处连线断开。②将图中用虚线表示部分用导线连接起来。③在“OFF”的接点和万用表“—”端之间增加一只 8Ω 电阻。这样 MF40 型万用表就增加了“ $R \times 1 \Omega$ ”档。

这样改制后“OFF”档就失去原保护表头的作用。所以在每次万用表使用完毕后选择开关应置于交流电压最高档，以防万用表误用错档而被损坏。

（黎海印）

▲ 山西刘波等问 我自制一台电唱机，放唱时高音太突出，低音不丰富，如何解决？

答 目前电唱机中的拾音器大多采用压电晶体或压电陶瓷来实现声电转换，这一类拾音器的频率特性不是平坦的，其输出信号电压随着信号频率的升高而升高的，若将它直接送入放大器放大，就会使放出的声音高音太突出而低音不丰富。如在拾音器与放大器之间接入一个 RC 低通滤波器，对高频适当进行衰减就可以得到改善。

（科 文）

《低频电子电路》

— 自修辅导材料 (二) — 张连春

一、本月安排 (10月1日至10月31日)

时 间	自 学 内 容	作 业	备 注
周次	日期		
5	10月1日—6日	第四章 放大器中的负反馈 4-1, 4-2	结合学习第5期《自修通讯》的有关部分
6	10月8日—13日	4-3 几种基本负反馈电路实例分析; 第五章 功率放大器 5-1 功率放大器的特点与分类	结合学习第5期《自修通讯》的有关部分
7	10月15日—20日	5-2 甲类变压器耦合功率放大器; 5-3 乙类变压器耦合推挽功率放大器	5-1, 5-2, 5-3, 5-4, 5-5, 5-6, 5-7
8	10月22日—27日	5-4 OTL功率放大器; 5-5 OCL功率放大器; 5-6 BTL功率放大器; 第六章 实际电路分析	5-8, 5-9, 5-10
9	10月29日—31日	总复习 1~6章全部必学内容	考试 内容包括全部必学教材, 试卷另外寄发, 交卷日期见试卷说明

二、各章重点与难点

第四章 放大器中的负反馈

- (1) 什么是反馈? 什么是负反馈?
- (2) 为什么负反馈能在牺牲增益的前提下, 改进基本放大器的多种性能。这是负反馈电路的共性, 读者应十分清楚负反馈的实质是一种自动控制过程。
- (3) 必须掌握四种基本负反馈类型的特点及其判别方法。
- (4) 学习负反馈电路的难点在于对具体放大电路的负反馈类型及其特点能从物理概念上作出中肯的分析。

第五章 功率放大器

- (1) 低频功率放大器与前置放大器的区别。
- (2) 掌握变压器耦合的单管甲类功率放大器和双管乙类推挽功率放大器的电路组成, 工作原理, 功率及效率的分析计算, 并了解产生非线性失真的原因及其解决办法。
- (3) 掌握 OTL、OCL 和 BTL 功率放大器的电路组成, 工作原理及其特点。

第六章 实际电路分析

这一章以日常使用的 3W 手提式喊话筒的电路为例, 锻炼读者运用前五章所学内容分析实际电路的能力。

三、负反馈电路的类型及其特点

学习负反馈放大电路的难点在于: (1) 如何识别具体电路中采取的负反馈类型; (2) 已知负反馈类型后如何理解它的特点。现将四种负反馈类型各自不同的特点汇列在下表中。

四种负反馈类型的特点

特 点	输入 电 路	稳定的参量	输入 电阻	输出 电阻	对信号源
类 型	的形式特点	是 U_o 还是 I_o			内阻的要求
串联电流	电压叠加	I_o	\uparrow	\uparrow	小
串联电压	电压叠加	U_o	\uparrow	\downarrow	小
并联电流	电流叠加	I_o	\downarrow	\uparrow	大
并联电压	电流叠加	U_o	\downarrow	\downarrow	大

为加深对表中所列各项特点的理解, 拟结合典型负反馈电路从物理概念上逐一加以说明。

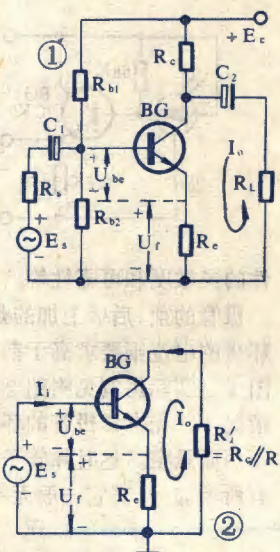
典型的串联电流负反馈电路如图 1 所示。为了分析简便, 先不考虑偏置电阻 R_{b1} 、 R_{b2} 与信号源内阻 R_s 的影响, 即令 R_{b1} 与 R_{b2} 开路, R_s 短路, 此时有如图 2 所示的交流通路。

由图可见, 信号源电压 E_s 与反馈电压 U_f 具有串联相减的关系, 其差值就是净输入电压 U_{be} 。由于串联相减是一种叠加关系, 所以通常把串联电流负反馈电路的形式特点说成是“电压叠加”, 并以 $U_{be} = E_s - U_f$ 的数学形式表示。这是串联电压负反馈电路的第一个特点。

图中 $U_f = R_e I_o$, 可见反馈信号的大小与输出电流 I_o 成正比, 并以反馈电压 U_f 的形式体现出来, 而且在输出电流 I_o 、反馈信号 U_f 和净输入电压 U_{be} 之间存在着一个自动调节过程。例如, 当负载电阻 R_L 减小, 会导致输出电流 I_o 增大, I_o 的增大会使反馈信号 U_f 随之增大, 在 E_s 恒定不变即 $R_s = 0$ 时, U_f 的增大必将使净输入电压 U_{be} 减小, 从而又导致净输入电流 I_i 的减小, 输出电流 I_o 的减小, 此自动调节过程可概括如下:

$$R_L \downarrow \rightarrow I_o \uparrow \rightarrow U_f \uparrow \rightarrow U_{be} \downarrow \rightarrow I_i \downarrow \rightarrow I_o \downarrow$$

可见, 基本放大器的输出端引入电流负反馈之后能稳定输出电流 I_o 。显然, 串联电流负反馈不能稳定输出电压 U_o , 因为 R_L 减





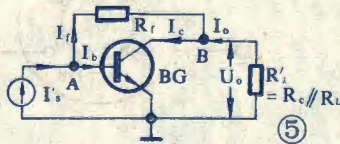
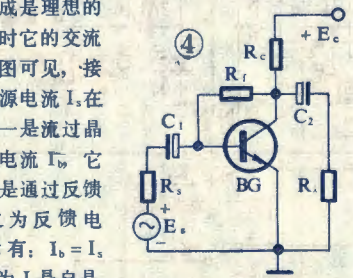
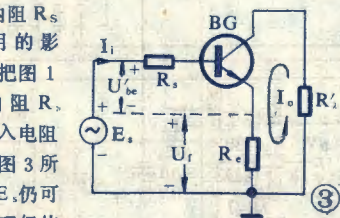
小，而 I_b 基本不变，势必使 $U_o = R_L I_o$ 减小。所以说串联电流负反馈的第二个特点是只能稳定输出电流 I_o ，不能稳定输出电压 U_o 。

既然串联电流负反馈能稳定输出电流 I_o ，那就意味着能够提供 I_o 的输出信号源，其内阻（即输出电阻） R_o 与基本放大器的输出电阻相比提高了。这就从物理概念上说明了串联电流负反馈电路的第三个特点。

现在再来讨论串联电流负反馈电路输入电阻的变化情况。例如，当图 2 中信号源电压 E_s 增大，看来 E_s 与 U_i 串联相减后会导致净输入电压 U_{be} 增大，但是 U_{be} 的增大会引起 I_b 的增大， I_b 的增大会引起 I 的增大，继而引起 U_i 增大。由于 E_s 与 U_i 有串联相减的关系，故又使净输入电压降了回来。据此可知，串联电流负反馈电路在 E_s 增大的同时 U_i 也随之增大。二者串联相减后形成的输入电流 I_i 又会减了回来。这就是说， E_s 的增大本应使 I_i 随之相应增大，但有了串联电流负反馈之后，起码使 I_i 增加得少了。这就意味着放大器的输入电阻相对地增大了。以上又从物理概念上说明了串联电流负反馈的第四个特点——能使其输入电阻增大。

最后，谈谈信号源内阻 R_s 对串联电流负反馈作用的影响。为便于讨论，可以把图 1 中输入回路的信号源内阻 R_s 看成是与晶体三极管输入电阻相串联的一个电阻，如图 3 所示。这样一来，信号源 E_s 仍可按恒压源处理， R_s 的出现仅使晶体三极管的等效输入电阻增大，并由此导致净输入电压由 U_{be} 增大到 U'_{be} 。这是问题的一个方面。与此同时，由于输入电阻的增加却引起输入电流 I_i 的减小，继而引起输出电流 I_o 减小，反馈信号 U_f 减小。这说明由于 R_s 的存在，会使反馈信号 U_f 减小；而且 R_s 愈大， I_i 减小得愈多，从而使 U_f 减小得愈多。反馈信号 U_f 愈小表明串联电流负反馈作用愈弱。可见，在采用这种负反馈的实际电路中，为了充分发挥它的作用，总是要求信号源内阻 R_s 尽可能小些。这是串联电流负反馈的第五个特点。

典型的并联电压负反馈电路如图 4 所示。为便于讨论，把图中实际的信号源先看成是理想的电流源，即 $R_s = \infty$ ，这时它的交流通路将如图 5 所示。由图可见，接在基极与地之间的信号源电流 I_s 在 A 点分成两股电流。其一是流过晶体三极管 b、e 之间的电流 I_b ，它就是净输入电流，其二是通过反馈电阻 R_f 的电流 I_o ，称之为反馈电流。根据节点电流定律有： $I_b = I_s - I_o$ 。我们也可以理解为 I_b 是自晶体三极管基极流入，发射极流出而至于地的一股电流， I_f 是自地经发射极流入而由基极流出，并经 R_f 到 B 点的一般电流。由于 I_s 与 I_f 的流向相反，故流入晶体三极管的净输入电流 I_b 为二者之差。可见，并联电压负反馈电路的输入端是以信号源电流 I_s



与反馈电流 I_f 并联相减的形式出现的。由于并联相减是一种具体的叠加关系，故可以把并联电压负反馈电路的第一个特点概括为“电流叠加”。

大家已经知道，并联电压负反馈，其反馈信号的大小与输出电压 U_o 成正比，并以反馈电流 I_f 的形式体现出来，故在输出电压 U_o 、反馈电流 I_f 和净输入电流 I_b 之间存在着一个自动调节过程。例如，负载电阻 R_L 减小，将导致 U_o 下降， U_o 的下降使反馈电压减小，又将以 I_f 减小的形式表现出来， I_f 减小将使净输入电流 I_b 增大，于是输出电流 I_o 也随之增大，使 U_o 回升。此过程可概括如下：

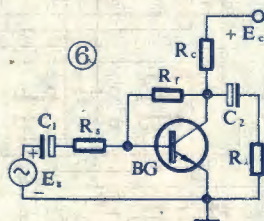
$$R_L \downarrow \rightarrow U_o \downarrow \rightarrow I_f \downarrow \rightarrow I_b \uparrow \rightarrow I_o \uparrow \rightarrow U_o \uparrow$$

可见，并联电压负反馈能在负载 R_L 变动的情况下，保持它的输出电压 U_o 相对稳定。但是它不能稳定输出电流 I_o ，从刚才举的例子可知，正是 I_o 的增大即变化才能使 U_o 保持相对稳定。所以说能稳定输出电压 U_o ，而不能稳定输出电流 I_o 是并联电压负反馈的第二个特点。

既然并联电压负反馈能自动稳定输出电压 U_o ，可以推知向负载 R_L 供电的信号源的内阻一定比较小。输出电阻减小是并联电压负反馈电路的第三个特点。

现在我们再来看看图 5 中的输入电阻。为说明有了并联电压负反馈后输入电阻也要小于基本放大器的输入电阻，可令 $I_f = 0$ ，即 $R_f = \infty$ ，从而取消了并联电压负反馈。此时有 $I_b = I_o$ ，将它和有并联电压负反馈时信号源提供的电流 $I_s = I_b + I_f$ 相比，可见有并联电压负反馈时信号源提供的电流要多一个 I_f ，故相当于该负反馈放大器的输入电阻减小了。这是它的第四个特点。

最后讨论一下信号源内阻 R_s 对并联电压负反馈作用的影响。为此，可假设信号源的内阻 $R_s = 0$ ，即以恒压源取代电流源，这时放大器的输入电压就始终是 E_s ，因而 $I_b = E_s / h_{ie}$ 也就固定不变了。因为 $I_o = \beta I_b$ ，所以 I_o 也随之固定。在这种情况下，不管 I_f 取多大都不能改变 I_b ，因而也不能改变 I_o ；此时， I_f 的出现，仅使信号源 E_s 提供的总电流加大了，即 E_s 的负载加重了。但提供给晶体三极管输入端的净输入电流 I_b 仍等于 E_s / h_{ie} ，并不改变，从而就使 I_f 丧失影响 I_b 的能力。反之，当信号源为电流源时， I_s 才能相对稳定不变，此时 I_f 的出现才能抵消 I_o 的一部分，使净输入电流 I_b 减小，才能起到并联电压负反馈的作用。 I_f 愈稳定， I_f 的抵消作用则愈明显。正因为如此，为了充分发挥并联电压负反馈的作用，其信号源的内阻应尽可能大些。这是它的第五个特点。如果在实际电路中信号源的内阻过小，可人为地在输入回路中串上一个阻值较高的电阻 R_s ，如图 6 所示，以提高并联电压负反馈的作用。



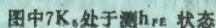
以上我们结合典型的串联电流负反馈和并联电压负反馈电路讨论了它们各自的特点。结合上表可以看出，只要是串联负反馈以电压叠加的形式出现，则导致输入电阻增大，均要求信号源的内阻小，而与输出端是电压反馈还是电流反馈

无关；只要是并联负反馈以电流叠加的形式出现，则导致输入电阻减小，均要求信号源的内阻大，而与输出端是电压反馈还是电流反馈也无关。只要是电压负反馈使输出电阻减小，则只能稳定输出电压，而与输入端是串联反馈还是并联反馈无关；只要是电流负反馈能使输出电阻增大，则只能稳定输出电流，而与输入端是串联反馈还是并联反馈也无关。

近程



使用本插盒时,只利用主机架上的电源和表头M,不需插入其它插盒,因此可把它制成一只独立的测试器。



一、主要技术性能

1. 测晶体管电流放大系数 h_{FE} 插上被测管, 其工作电流 I_C 和工作电压 V_{CE} 便能自动地稳定在设定值。 I_C 可在 $0 \sim 300\text{mA}$ 内任意设定, V_{CE} 可在 $3 \sim 15\text{V}$ 内任意设定。

2. 测场效应管跨导 g_m 插上被测场效应管, 其工作电流 I_D 和工作电压 V_{DS} 能自动稳定在设定值。 I_D 可在 $0 \sim 300\text{mA}$ 内任意设定, V_{DS} 可在 $3 \sim 15\text{V}$ 内任意设定。此外, 还可测夹断电压 V_P 和饱和电流 I_{DSS} 。

3. 测反向击穿电压 采用恒流法测晶体管、场效应管及二极管各极反向击穿电压。插上被测管, 便能自动处于恒流测试状态。测恒流电流可在 $10\mu\text{A} \sim 5\text{mA}$ 内任意设定, 测电压量程分为 $0 \sim 50\text{V}$ 、 $0 \sim 250\text{V}$ 两档。

4. 测反向漏电流 可测上述各种管子的反向漏电流, 测试偏压在 $3 \sim 15\text{V}$ 内任意设定。测试量程分为 $0 \sim 100\mu\text{A}$ 、 $0 \sim 1\text{mA}$ 、 $0 \sim 5\text{mA}$ 三档。还可扩展到测试 $n\text{A}$ 级漏电流。

5. 测频率特性 可定性检测晶体管和场效应管频率特性 f_{MO} 。

6. 测试误差 除频率特性采用定性比较法外, 其余各项测试方法均符合测试标准规定, 测试误差 $< 3\%$ 。

二、电路工作原理

本测试器电路如图1所示。本插盒采用运算放大器 5G28 组成自动测试电路。测不同参数时, 用琴键开关 $7K_6$ 进行转换。

1. 测晶体管的 h_{FE} 按下 $7K_6$, 组成 h_{FE} 测试电路的等效电路如图2所示, $70P_1$ 是运放 5G28, BG_1 为被测晶体管。运算放大器的输出电压取决于输入端 A、G 两点间的电压差 V_{AG} 。设电路均于平衡状态时 $V_{AG} = 0$ (因运放开环增益很高, 输入电压 V_{AG} 很小), 于是对图中各点来说, 存在下述关系: $V_1 = V_0 = R_C \cdot I_C = 12\text{V}$, $I_C = V_0 / R_C = 12\text{V} / R_C$, $V_2 = V_{CE}$ 。因 V_0 为恒定电压(本测试器中取 $V_0 = 12\text{V}$), 故 I_C 是由 R_C 决定的恒定电流, 而 V_{CE} 是由 V_2 决定的恒定电压。只要插上被测晶体管, 测试电路便能自动改变 I_B 值, 直到满足上面 V_1 、 I_C 两式所决定的晶体管测试条件为止。这时 BG_1 的基极电流 I_B 可通过串接在 BG_1 基极回路的电流表 I_B 直接测出。从而可求出对应的 $h_{FE} = I_C / I_B$ 。对应于各 I_C 的 h_{FE} 刻度也可直接刻在表头 M_1 表面上。

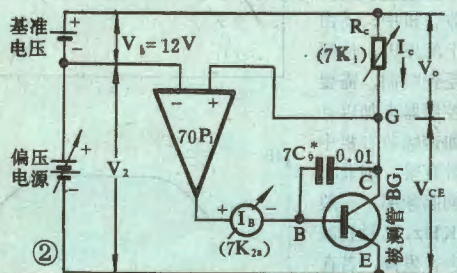


图2是测量NPN型管的等效电路。测PNP型管时, 只要改变 V_1 、 V_2 电压的极性 & 电流表 I_B 的极性即可。图中的 $7C_1$ 是用以消除电路自激的电容。

在图1所示的电路中, 测晶体管 h_{FE} 时, 各转换开关功能如下:

用极性开关 $7K_1$ 来转换测试极性。测NPN型管时, $7K_1$ 处于“N”位; 测PNP型管时, $7K_1$ 处于“P”位。用 $7K_2$ 来转换基极

电流表的极性, 测NPN型管时, $7K_2$ 置于“+”; 测PNP型管时, $7K_2$ 置于“-”。

被测管的集电极电流用开关 $7K_3$ 选择。图1中 $7K_3$ 共7档, 其中 1mA 、 3mA 、 5mA 、 10mA 、 50mA 五档为常用的几种固定测试电流值。当 $7K_3$ 置于“可调”位置时, 可用 $7W_1$ 在 $50\mu\text{A} \sim 12\text{mA}$ A 范围内连续调节工作电流 I_C 。对应的 I_C 可直接标在 $7W_1$ 刻度盘上 (见图9)。 $7K_3$ 置于“外定”位置时, 可由外接电阻 R_C 在 $0 \sim 300\text{mA}$ 范围内任意设定工作电流 I_C 。外接 R_C 的阻值可用公式 $I_C = V_0 / R_C = 12\text{V} / R_C$ 进行计算。为了不使工作电流超过 0.3A , 图中已串入限流电阻 $7R_1 = 40\Omega$ (标称值 40.2Ω), 因此外接 R_C 时应减去此值。例如, 要设定 $I_C = 200\text{mA}$, 则 $R_C = 12\text{V} / 0.2\text{A} = 60\Omega$, 实际需外接 $R_C = 60 - 40 = 20\Omega$ ($1W$)。外接 R_C 插在 $7CZ_1$ 的 $R_{C1} \sim R_{C7}$ 之间即可。

测 h_{FE} 时, 利用主机架上的表头 M_1 作为 I_B 电流表。其量程由 $7K_2$ 选择。当 $7K_2$ 置于“ 0.1mA ”时, M_1 并不分流电阻; 当 $7K_2$ 置于“ 1mA ”时, M_1 上并联分流电阻 $7R_2$; 置于“ 5mA ”时, 并 $7R_3$ 。根据 $7K_3$ 所选的 I_C 与表头 M_1 和 $7K_2$ 所决定的 I_B 值, 即可得到被测管的 $h_{FE} = I_C / I_B$ 。

被测管工作电压 V_{CE} 可用下述方法进行调整。测NPN型管时, 把主机架上的 V_{CE} 调到 $+12\text{V}$ (作为基准电压 V_0), 再把 V_{EE} (作为 V_2) 调到所需的工作电压 V_{CE} 即可。测PNP型管时, 把 V_{EE} 调到 -12V (作为基准电压 V_0), 而把 V_{CC} (作为 V_2) 调到所需的工作电压 V_{CE} 。如果 V_{CC} 和 V_{EE} 分别固定在 $\pm 12\text{V}$, 则测试晶体管 h_{FE} 时的工作电压 V_{CE} 恒为 12V 。

本测试器中, 调节 I_C 与 V_{CE} 时, 二者数值互不影响。

2. 测场效应管的 g_m

按下直键开关 $7K_5$, 便组成测场效应管跨导 g_m 的电路, 等效电路如图3所示。其稳定工作点 I_D 和 V_{DS} 的原理与图2测 h_{FE} 电路相似, 不过此处用运算放大器输出电压 V_0 去控制被测场效应管的工作电流 I_D , 使电路自动趋于平衡状态。

因场效应管有N、P沟道之分, 其中又有增强

型与耗尽型, 结型和MOS型等多种结构形式, 其特性各不相同, 故测试方法也稍有差别。

测N沟道场效应管时, 需要正极性 V_{DS} 电压, 若栅极G所需偏压低于源极S电位, 在测试时应在被测管源极回路中串入源极自偏压电阻 R_S (如图3中虚线所示); 反之, 若栅极电位高于源极电位, 测不需串 R_S 。

测P沟道场效应管时, 需负极性 V_{DS} 电压, 若栅极电位高于源极电压, 需串 R_S , 反之, 则不串 R_S 。

对于MOS型耗尽型场效应管, 因其栅极偏压可正可负, 这时应根据测试工作点的实际偏压来决定是否需接入 R_S 。

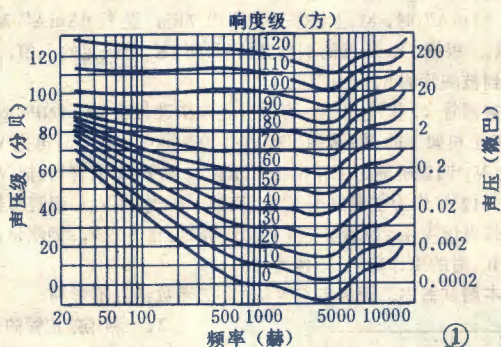
一般来说, 在测试时如插入被测管, V_G 电压表读数为零, 则需串入自偏压电阻 R_S (或需加大 R_S)。在不串 R_S 时, 按图3连接的测试电路处于平衡状态时的 I_D 和 V_{DS} 仍由公式 $I_C = V_0 / R_C$ 和 $V_2 = V_{CE}$ 来决定。而此时场效应管的跨导 g_m 可用改变 I_D 的方法测出。根据二次测试的 I_{D1} 、 I_{D2} 和栅极电压表的读数 V_{G1} 、 V_{G2} 便可求得:

(下转16页)

收音机的音调控制器，是用来调整频率特性，满足人耳听觉上的需要，以及补偿收音机的电路和元器件中各种频率畸变之用。

音调与人的听觉特性

人耳所能听见的频率范围，大约是20~20000Hz，但是对各种频率的听觉灵敏度是不同的，并且还随着声音响度大小而变化。图1表示这种关系，纵座标为声压，单位为微巴，1微巴等于1平方厘米的面上受到1达因的压力。横座标是频率范围，这些曲线称为等响度曲线，每一根曲线，表示各个频率所对应的声压大小虽不同，但耳朵听起来是一样响度。在曲线中最低的一条等响度线是耳朵刚刚能听见的声音响度，称为闻阈，所需要的声压，在1KHz时，约为0.0002微巴，最上面的一根等响度线，超过这个边界的声音响度，将使耳朵感到疼痛，称为痛阈。



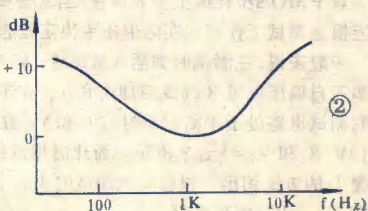
在闻阈到痛阈之间，声压的变化约为1百万倍，这样大的范围用数目表示，显然是不方便的。因此，常把声压的变化倍数取对数来表示，单位为分贝(dB)。以闻阈1KHz处的声压为0分贝，其余的声压以比它高多少分贝来表示，1百万倍缩减为120分贝，数目就简单多了。事实上，人耳听觉上对声压变化的感觉也不是直线性的，而是接近于对数的关系，因此，用分贝来表示声压的大小更能符合实际听觉的情况。在等响曲线图中，每条等响曲线代表一个响度等级，并以1KHz处的声压级作为响度级，单位为“方”。

从痛阈到闻阈的等响度曲线的变化可看出，当声音响度逐渐变小时，人耳只对1~5KHz的中音部分比较灵敏，而对两端的低音和高音频率则灵敏度低，声压愈小，两端频率的灵敏度也愈低。

我们平时收听收音机时，放音的声压，一般只有60~80分贝左右，低音和高音就需要比中音提高10分贝左右，才能使耳朵听起来差不多响度，平直的频响，会使人感到低音和高音不足，因此需要作图2的频率补偿。

除此之外，人们在收听各种节目时，所需的频率特性也是不一样的。

在收听音乐时，如管弦乐需要像图2那样的特性，高低音都加以提升，才



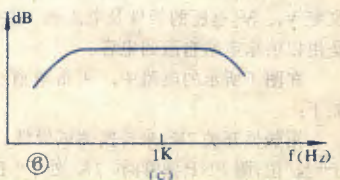
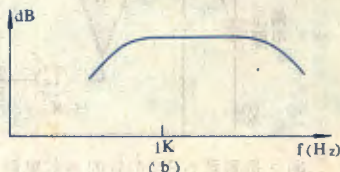
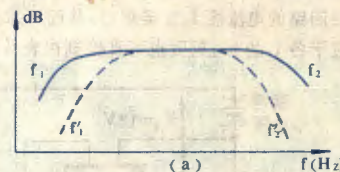
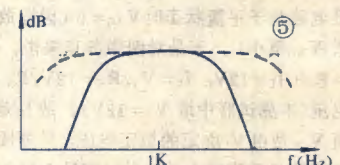
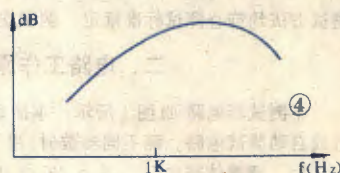
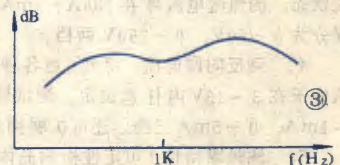
收音机中的音

能使声音丰满。但是在听唱歌或戏曲时，则频率特性最好像图3那样，在3~4KHz左右的中高音区提高一些，使演唱明亮柔和，而150~350Hz左右的中低音区也稍微提高一些，使演唱和乐器有一定的丰满感，但低音又不宜过多，以使声音发闷。在收听语言时，尤其是男声的新闻广播，则需要图4那样的频响曲线形状，只在2~3KHz的中高音区适当提升，中低音区开始下降，不要低音，这样才能维持声音的清晰，如果高音过多、容易使语言声音发硬发毛，低音过多，对男声广播听起来声音沉闷不清。

此外，收听本地和远地电台时，频响也有不同要求，收听本地电台时，杂音少，可以用上述图2~4的几种曲线，而在收听远地电台，特别是短波电台时，杂音干扰很大，这时，需要切除高低音，只保留中音频带，如图5所示，才能使声音清晰可听。

除了上述听觉特性外，在收音机中，还由于电路上的原因，使频率特性受到限制，需要用音调控制器来加以补偿，例如调幅收音机中放频通带有限，削弱了高音的调制频率，一般到3~4KHz，已经衰减不少，声音发闷，若在音调上适当加以提升补偿，能够增加明亮感。又如放送旧唱片时的沙沙声，使人讨厌，如在音调上适当削减高音，则可使声音干净一些。

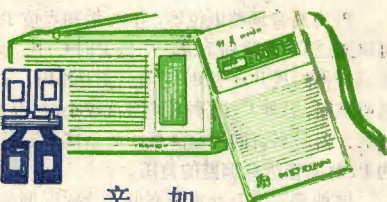
听觉特性中，还有





调 控 制 器

辛 加



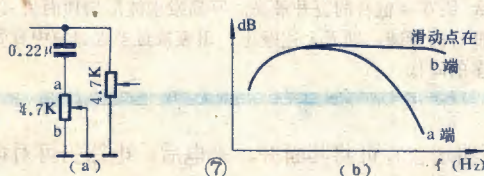
一个特点是，在收听音乐时，需要高低音有一定的平衡，上下限频率最好同时展宽或压缩，见图6(a)，这样听起来比较舒服，如果像图6(b)那样，高音过宽，低音不足，则听起来声音单调，不丰满，而像图6(c)那样，高音不足，声音发闷，过于低沉，有了音调控制器，便可以调整到合适的高低音平衡度。

由上述可见，收音机的频响需要有多种变化的功能，才能满足收听各种节目和不同场合的需要。因此，不得不采用一种能调节各种频响的装置，称为音调控制器。

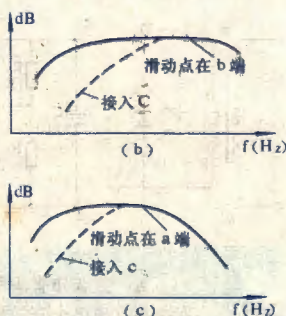
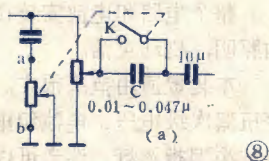
随着机器档级和成本的高低，音调控制器有单钮、双钮及多钮之分，而在最简单的收音机中，为降低成本，不加音调控制器，把频响调整到不宽不窄的状态，对各种收听状况虽不能很满意补偿，但还能听得过去。

单 钮 音 调 控 制 器

这是收音机中最简单的音调控制器，见图7，实际上只是起衰减高音的作用，在收听远地电台，噪声较大时，因噪声大都是高音成分，故削减高音后，噪声也同时减少，提高了信噪



比，容易听得清楚。有的人在收听本地电台节目时，也不爱听高音，如适当削弱一些高音，就会使声音变得柔和。这种单音调控制器的调节功能虽不能很多，但所用元件少，结构简单，成本低。此外，还可以利用带开关电位器上的那只开关，作为辅助的音调控制，见图8，在前级的输入电路中，串入一个较小的电容器，将开关并接在电容器上，平时开关合上，将电容短路，当开关断开时，电容器对低音的阻抗增大，削去了低音，成为虚线的频率特性。由于音调

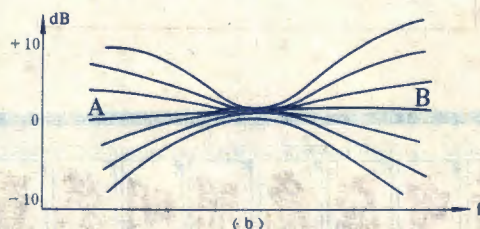
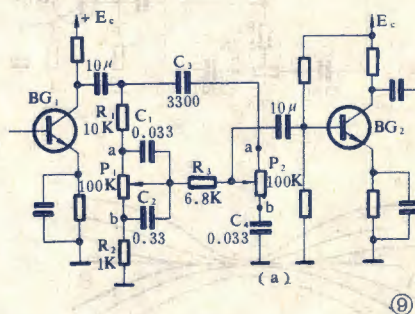


电位器 a、b 两端可互换联接，故能得到两种特性，若滑动头在 b 位置时，开关断开，接入电容 C，其特性为图8(b)，这时适用于收听新闻广播的语言节目，声音清晰。而滑动头在 a 位置时，开关断开，接入电容 C，

其特性如图8(c)，这时适用于收听短波。选择不同大小的电容，便可得到不同的低音衰减特性，以适合自己的需要。

双 钮 音 调 控 制 器

双钮音调控制器，能够分别独立地调节高音和低音的频率特性，其功能较为全面，在中档以上的收音机中，都需要有这样的音调控制器，常用的电路大致有两种，一种叫做衰减式音调控制器，见图9， R_1 、 R_2 、 P_1 、 C_1 、 C_2 作低音调整之用， C_3 、 C_4 、 P_2 作高音调整之用， R_3 为隔离电阻， P_1 为调节低音升降的电位器，当 P_1 滑接点在 a 端时， C_1 被短路，低音可输送到下级，而 C_2 将中音以上旁路，故低音相对提升，当 P_1 滑接点在 b 端时，低音被阻止而衰减。图9的阴影区 A，为 P_1 所能调节的范围。



P_2 为调节高音升降的电位器，当 P_2 的滑接点为 a 端时， C_3 对高频频率的阻抗小，可传输到下级，对中音和低音频率的阻抗大，中音以下被衰减，所以高音相对提升。当 P_2 滑接点在 b 端时， C_3 为 P_2 所阻，而 C_4 又将高频频率旁路，所以高音衰减，图9中的阴影区 B，为 P_2 所能调节的范围，由于 P_1 和 P_2 能独立调节，互相影响不大，因此 A、B 两阴影区合在一起，表示频率特性任意变化的范围，在图2~5中所要求的几种特性，都可以调出来。

上述这种高低音提升，实际上是靠衰减中音来得到的，其中音衰减的倍数，由比值 $R_2/(R_1 + R_2)$ 决定，一般取 $R_1 = 10R_2$ ，所以衰减了10倍，(20dB)使低放的中音增益降低了10倍，故需要增加一级放大器来补偿。

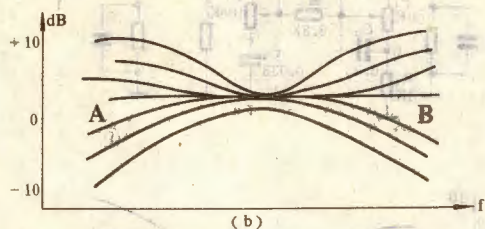
改变 R_2/R_1 的比值，可以改变中音电平，比值减小时，中音电平高，高低音的提升量减小。改变 C_2/C_1 和 C_4/C_3 的比值，可以改变低、高音的调整范围，比值增大时，调整范围也增大，但也使中音的衰减增大，增益降低。

另一种常见的双钮音调控制器叫做反馈式音调控制器，见图10。实际上是把图9的衰减式电路改变了接法，并稍微改变了某些元件的数值，但要和下级的放大器结合起来， R_1 、 R_2 、 P_1 、 C_1 、 C_2 为低音调整电路， C_3 、 C_4 、 P_2 为高音调整电路， R_3 为隔离电阻。

P_2 为高音调整电位器, 当 P_2 滑动点位于 a 端时, 高音频率可以通过 C_5 传输到下级, 中低音时 C_3 阻抗较大, 受到阻止, 故高音得到提升; 当 P_2 滑动点位于 b 端时, C_3 为 P_2 所阻, 高音通路被断, 另外 C_4 对高音的阻抗较小, 对高音的负反馈作用大, 故放大器对高音的增益降低, 而削减了高音, 图 10 中阴影区域, 为 P_2 对高音所能调整的范围。

负反馈式音调控制器的高低音提升,也是靠压低中音的增益来达到的,电路和管子一起,其中音的增益接近于1。和衰减式不同之处是其中音的压低是由加深中音的负反馈来达到,而且在高音衰减时,也是由加深负反馈来达到的,因此利用了负反馈的优点,非线性失真小,但其提升的程度,受BG₁增益的限制;BG₁本身的增益要大,才有效果,此外还希望前级的输出阻抗小。

上述两种双钮音调控制器，都能够将高低音提升和衰减，提升得多，能使高低音明显加强，但最大提升量必须考虑到下级放大器的动态范围和功放管功率余量所能承受的程度，如果后面放大器的动态范围不大，或功率余量不大，而高低音调的提升过大，则在高低音的提升最高点容易发生波形切顶而失真。对于高低音的衰减，则无上述顾虑，但衰减过多也会使中音音量有过多的降低。

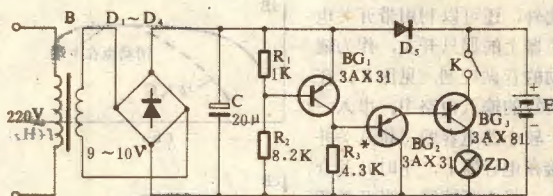


孙德志

调节 R_3 ,使灯泡ZD两端电压等于6.3V即可。变压器可用功率大于1W、次级电压为9~10V的小型电源变压器。 $D_1 \sim D_4$ 可用50mA/20V的任何型号整流管。ZD选用6.3V、150mA指示灯。 BG_1 、 BG_2 的 β 值取50左右, β_{G_3} 的 $\beta > 80$,一般都可用品管。电池组用5节1号电池。

开关K的作用是,在无电时,如果不用小灯泡(如

本装置适用范围很广。根据使用场合不同,改变变压器次级电压、电池组电压,可以改用12V以下的各种小型指示灯,读者可以根据电路原理自行改装。



▲ 武汉市青少年科普器材服务部供应袖珍6管外差收音机全套散件。采用产品机壳(67×105×28mm)、3V电源、 $\phi 57\text{mm}$ 8 Ω 喇叭,输出功率>50mW,整机重约170g(不含电池)。附图纸及详细装调资料。每套7.50元,另加邮费0.80元,收款30天内发货。