

本公司向您提供

优质进口电子产品

直流稳压电源 输入交流220V, 输出直流
3~12V, 250mA, 可供计算器、录音机、收音机
作直流电源, 並备有四联输出插头

电子世界

欢迎惠顾

北京市京密综合开发公司

联络点: 北京地安门外大街153号

电话: 445383 电报: 1606

通讯处: 北京3459信箱



直流对讲机

3 频道, 414.350~414.425MHz,
发射功率 0.5W, 接收灵敏度 1 μ V,
售价 874.50 元

交流对讲机

用 220V 交流供电, 利用电源线传送
信号, 距离 1 公里, 售价 108.12 元。

数字电容万用表 每台 316.94 元

数字钳型表 每台 316.90 元

数字电容表 每台 316.10 元

数字测速表 每台 593.60 元

11
1984

GZ-B 型汽车启动电源

该机特点是移动方便，能在零下40度的天气正常工作



我厂是生产GZ-B型启动电源的专业厂，拥有十余年的丰富经验，解决了各型柴、汽油机车冬季启动的问题。购买时可现场试车，代办托运。质量可靠、保修二年。

- ▲ GZ-B型柴、汽、充、焊四用启动电源：交流输入三相380V/50Hz
直流输出：启动12V/750A 24V/1500A 充电100V/30A 电焊10V/150A (3700元)
- ▲ GZ-B₁型柴、汽两用汽车启动电源：交流输入三相380V/50Hz
直流输出：柴油24/1500A 汽油12V/750A (3200元)
- ▲ GCA-20/100型硅整流充焊两用机：交流输入220V/50Hz
直流输出：充电100V/20A 电焊10V/150A (交流) (1560元)
- ▲ GCA-50/180型硅整流充电机：交流输入220V/50Hz
直流输出：0—180V/0—50A (2650元)
- ▲ GCA-30/370型硅整流充电机：交流输入三相380V/50Hz 直流输出0—370V/0—30A (3700元)
- ▲ GCA-16/80型硅整流充电机：交流输入220V/50Hz 直流输出0—80V/0—16A (880元)
- ▲ GCA-16/36型硅整流充电机：交流输入220V/50Hz 直流输出0—36V/0—16A (560元)
- ▲ CR-150型蓄电池电焊机：输入220V/50Hz 输出8—12V/150A (405元)
- ▲ GCA-8/24型硅整流充电机：交流输入220V/50Hz 直流输出0—24V/0—8A (320元)
- ▲ 吼 震 器 (又名电枢测试器) 检修电机专用 (200元)
- ▲ 供应简易通用式电瓶模具、碳精棒、焊钳、交流发电机QZ系列硅管等。

开户行：
周口市支行北所
帐号：56002

河南省周口市春光整流器厂

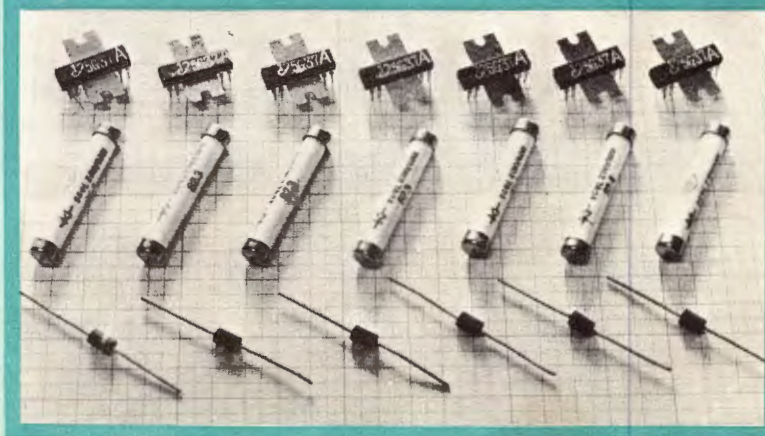
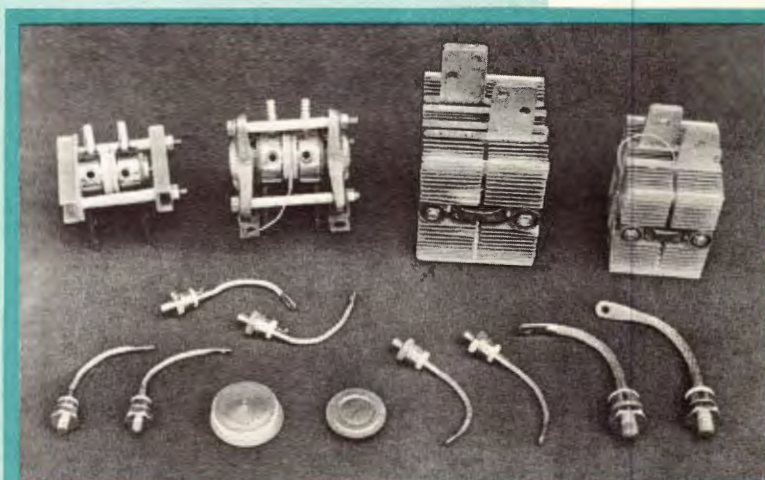
电话：3492 电报：2541



山东潍坊无线电一厂

为您提供优质晶闸管 整流管

- ▲ KP (3CT) 系列晶闸管,
5A至1000A各种规格
- ▲ ZP (2CZ) 系列整流管,
5A至1000A各种规格
- ▲ 5G37型集成功率放大器:
用于电视机、收录机作音频功放
- ▲ 2CLG系列电视机用高压硅堆:
12KV、15KV、20KV
- ▲ 2CL、2DL系列硅高压整流堆
0.02A至1A/1KV至35KV
- ▲ 2CZ、2CS、2CN、2CG型
硅功率二极管



厂 址:
山东省潍坊市向阳路11号

电 话: 2267

电 报: 0001

部分进口收录机用集成电路工作状态一览表

收录机型号	集成电路型号	功 能	状 态	集 成 电 路 各 引 线 脚 静 态 工 作 电 压 (V)																		
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
三洋M2511	LA4101	功 放		3.8	0	0	5.05	0.81	3.72	3.86	3.08	3.74		0	7.35	7.45	7.5					
三洋M2564H	μPC1018	变频、中放	AM	5.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.75	5.4	5.1	0.85	0.69	5.1	0.71			
三 洋 M2570K	LA1201	中 放	MW	2.48	3.08	0.72	1.10	1.36	0.64	0	3.0	0.7	0	0	0	6.44	6.44					
			SW ₁	2.54	3.08	0.72	0.91	1.38	0.65	0	3.0	0.7	0	0	0	6.44	6.44					
			SW ₂	2.55	3.1	0.72	0.91	1.38	0.65	0	3.0	0.7	0	0	0	6.44	6.44					
			FM	2.53	3.05	0.72	0.91	1.37	0.65	0	3.0	0.7	2.13	0	2.13	6.20	6.20					
	LA3210	前 置		2.0	0.6	0	0	0	0	0.6	3.5	5.51										
三 洋 M2572K	LA4101	功 放		3.6	0	0	4.9	0.8	3.6			3.6	3.6		7.2	7.4	7.5					
	LA3210	前 置		2.0	0.6	0	0	0		0.6	4.1	6.3						注: 该机中放电路与M2570K相同				
	LA4112	功 放		4.5	0	0	5.4	0.8	4.5			4.0	4.5	7.8	8.6	7.5	9					
	LB1405	驱 动		0.4	0.6	0.2	8.2	2.8	2.8	0	0	0.3	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	6.9	6.7			
三 洋 M4100K	μPC1018	变频、中放	AM	4.53	0	0	0	0	0	0	0	0	0.76	4.9	4.56	0.58	0.70	4.55	0.72			
			FM	0	0.71	0	3.99	4.19	5.34	5.57	4.19	0	0	0	0	0	0	0	0			
	TA7604	解 码	AM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
			FM	6.62	2.0	3.82	4.04	3.98	0	0	4.18	1.40	1.27	1.22	1.28	1.28	1.28	1.28	1.60	单声道时B脚为0.14V		
	LA3210	前 置		1.88	0.57	0	0	0	0	0.59	0.59	7.97										
	LA4102	功 放		4.37	0	0	5.6	0.84	4.35	0	3.7	4.35	4.41	0	8.64	8.89	9					
三 洋 M4500K	μPC1018	变频、中放	AM	4.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0.7	4.8	4.4	0.6	0.7	4.4	0.7	功放LA4112及前置LA3210 各脚电压与前述相同		
			FM	0	0.7	0	2.2	3.0	4.7	3.9	3.0	0	0	0	0	0	0	0	0			
	HA11227	解 码	AM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
			FM	5.2	1.4	1.8	1.3	1.3	3.8	0	0.1	0.1	1.4	1.4	1.1	1.4	1.4	1.4	1.8			
三洋M6400F	AN7120	功 放		0	5.75	6.0	10.35	11.0	10.9	12.0	6.0	0	7.2	0.19	6.0	0						
AKAI (雅佳) AI-360	AN7218	变频、中放		0.1	0.8	0	1.2	2.1	3.2	3.1	2.1	0	0.8	4.1	4.2	0.9	0.8	4.2	0.8			
	LA3210B	前 置		2.0	0.7	0	0.7	0	0	0.7	5.6	8.6										
	LA4125	功 放		8.9		4.6	8.8				0.6	0		8.9		0.6			8.8	4.6		0
皇冠720	TA7225	功 放		2.6	6.0	3.8	2.6	0	2.6	4.0	6.0	2.7	2.0	5.6	1.2	1.0	1.2	1.2	0	0.7	0	3.4
日 立 TRK-5190W	TA1002	变频、中放				5.3	0	5.3	1.5	5.3	0.98	5.3	1.45	5.3								
	AN253B	中 放		0.7	1.5	0	1.35	1.63				5.3	0.67	1.43	1.12	5.3	0.72	0.17	0			
	LA3301	解 码		5.3	1.32	1.8	0.07	0.3	9	0	0	5.3	2.9	4	4	2.9	0					
	TA1009	前 置		1	3.35	6.05	0.1	0.15	0	0.75	0.75	0	0.15	0	6.05	3.35	1					
	LA4102	功 放		4.6	0	0	5.8	0.9	4.6			4.4	4.7		8.8	8.95	9					
夏 普 GF7500Z	TA7335	变 频	FM	4.9	5.6	5.6	5.6	0	6.2	5.7	1.3	1.5										
	AN7223	变频、中放	FM	5.6	0.6	0.6	0.6	0.01	0.4	5.6	5.6	5.6	5.3	0	6.0	1.5	6.0		1.5	1.5	0.6	
			AM	6.1	7.1	6.3	7.1	1.0	0.8	6.1	6.1	6.1	5.3	0	6.0	1.7	6.6		1.5	1.5	7.1	
	TA7343	解 码		2.9	4.9	6.4	5.5	0	6.5	5.7	3.7	3.7										
	M51544L	前 置		1.15	0	6.1	0	0.974	6.1	0	1.15	8.4										
	IR2E01	选曲、驱动		0.77	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0.23	0.23	2.7	2.7	0	5.4	0.62	10
	LA4505	功 放		11.3	10	0.62	5.5	5.6	0.77	1.2	0	10.8	0	0	0.92	0	1.2	0.77	5.6			
夏 普 GF-555X	X1083	变频、中放		1.9	1.9	0.4	12	0	3.9	3.9	4.9	10.8										
	X1082	解 码		10.3	2.9	2.7	2.7	2.7	8.7	0	0.4	0.02	2.2	2.2	1.5	2.2	2.2	2.2	2.9			
	HA1392	功 放		6	0	6	0	0.6	8	14.5	0	1.5	14.5	8								
	LB1416	显示驱动		0	0	0	2.6	2.6	0	0	14.5	0	0	0	0	0	0	0				
	M54834	选曲、驱动		5.8	0		0	0.2	0.2	0	0	9.0	0	0	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2
	X1079	话筒前置		1.1	0.7	2.9	10.7	0	2.9	0.7	1.1											
	X1079	磁带前置		1.1	0.68	4.4	11.2	0	4.4	0.68	1.1											
	M51301P	线路放大		11.5	0	0.5	0	0.6	6.8	5.8	0	12.5	5.8	6.8	0.6	0	0.5	0	0			
	R3108	选曲放大		0.6	0	0.6	1.5	0	1.4	0	5	8.1										
索 尼 CFM-313S	TA7614	中 放		0	0.4	4.7	1.9	1.9	4.7	0	1.2	1.2	0.8	0	0.8	0	4.7	4.7	4.7			
	HA1367	前置、功放		2.4	2.4	6	5.8	2.4	0.8	0	5.8	2.4	0.8	4.6	0	1.4	2	2		1.8		2
索 尼 CF-515S	BA1320	解 码		6.2	2.4	2.6	2	2	4.9	0	0.5	0.5	2	2	1.2	2.1	2.1	2.1	2.9			
	AN7145M	功 放		9	4.5	0	8.4	0.3	4.5	3.6	1.4	0	4.5	0.6	3.6	4.5	0.3	8.4	0	4.5	8	
索 尼 CFS-85S	HA1377A	功 放		0.6	0	4.4	0	0	0.6	5.5	11	0	11.5	11	5.5							
	LA3301	解 码		5.9	1.2	1.8	0	0.3	4.3	0	0	6	2.9	4.8	4.8	2.9	0					
	LB1405S	显示驱动		0.6	0	0	11.5	1.1	2.8	2.8	0		9	9	9	9	9					
东 芝 RT-8590S	TA7229P	功 放		5.9	5.2	5.8	1.45	11	6.6	0.02	0	5.9	12	5.9	0	0.03	6.5	11	0	1.45	5.8	5.2
	TA7614P	变频、中放		0	0.1	6.8	0	3.6	7	0	1.05	1.1	0.76	0	0.75	0	6.8	6.8	6.8			
	TA7137P	前 置		1.7	0.52	0	0	0	0.55	4.4	7.4											
	TA7323	解 码		5	5.7	7.2	6.2	0	6.3	6.3	2.6	2.4										

(邱 瑾 供稿)

电子世界

1984年第11期 (总62期)

目 录

现代电子技术

一种新的越洋通信工具

——未来的海底光缆系统.....杨钟康 (2)

高清晰度电视简介.....于 然 (4)

电子新闻..... (15)

多卡常速转录机 电视文字广播信号源 电子彩色移印机
新型电子清纱器 数字式转速计 电影还音设备 电子冷热
针灸治疗仪 数字式可燃气体测量仪 温度系数接近于零的电阻器

家用电子产品设计中的安全问题.....张 斌 (6)

CMOS数字集成电路的特点

及其使用.....张敬远 (8)

实用可调直流稳压电源.....火 钦 (10)

革新与应用

用CMOS集成电路制作的水位计.....阎健民 (13)

实验与制作

10W×2双卡立体声录音机

的制作与调试.....毛安阳 (16)

音频电路中的电子开关(续).....林 本编译 (18)

OCL功率放大器设计的基本方法 (3)

——OCL放大器的设计

.....焦宝文 侯葆芳 (20)

小型晶体管图示仪的制作(下).....张 军 (24)

使用与维修

电视机亮度异常故障的检修.....王德源 (27)

KC-238型袖珍盒式立体声

收音机电原理图.....广 电 (23)

学习与思考 (自修辅导)

《高频电子电路》自修辅导材料(二)

.....林嘉锐 (30)

入门篇

浅谈场效应管的偏置电路.....许茂祖 (12)

中国电子学会 北京电视台 中国信息实业公司

联合举办“电子之光”联谊会

“电子之光”摄影发奖仪式在会上举行

为庆祝中华人民共和国成立三十五周年,中国电子学会、北京电视台、中国信息实业公司于国庆前夕在北京丽都饭店联合举办“电子之光”联谊会。电子工业部和北京市的领导同志、电子学界的部分在京专家、首都新闻出版界和文化艺术界以及其他方面的来宾300余人出席了会议。中国电子学会理事长孙俊人、北京电视台台长王浩和中国信息实业公司负责人盛国华等先后在会上致词。

中国电子学会三刊一报举办的“电子之光”摄影评选活动的发奖仪式在会上举行。

联谊会内容丰富多样,北京电影乐团、中国京剧院、北方昆曲剧院、中国歌剧舞剧院等在京文艺团体的艺术家和青年演员演出了精彩的文艺节目;著名画家胡洁青、溥松窗、任率英、董辰生,书法家欧阳中石、刘炳森、李铎等当场挥毫题词作画,苏州金石微刻家朱云青专程来京参加联谊会,并献艺助兴;山东潍坊计算机厂还派专人在会上作了计算机应用表演,均受到大家的热烈欢迎。

参加联谊会的各界代表在欢快的气氛中互致节日问候,共庆各条战线取得的辉煌成就,预祝在“四化”征途中取得更大胜利。联谊会在欢声笑语中结束。 (本刊通讯员)

致本刊读者和电子技术自修班学员

迎着时代的召唤,踏着岁月的阶梯,《电子世界》跟着祖国前进的步伐走过了五年的历程。在此谨向本刊的八十余万订户、十五万自修班学员及广大作者致意。

当前改革的浪潮席卷全国,办刊工作面临着新形势。在未來的一年里,我们将加倍努力,除抓好选题,充实内容,办好现有栏目外,还要加强新技术介绍,作好信息服务;深入浅出地普及微机应用知识;连载彩色电视的基本知识和组装调试技术;加强适合初学者阅读的基础知识和基本技能介绍;继续刊登自修班辅导材料。欢迎读者随时提出宝贵意见。

现在全国各地邮局正在收订明年期刊,请读者和自修班学员注意当地邮局收订截止日期,以免漏订。本刊编辑部无力为读者和学员办理零售业务,请读者注意。

电子信箱..... (32)

读者服务窗..... (5, 11, 23)

资料 部分进口收录机用集成

电路工作状态一览表.....邱 瑾 (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

一二〇一工厂

总发行

订购零售

国外总发行

国外代号 M179

国内代号 2-892

北京报刊发行局

全国各邮电局

中国国际图书贸易总公司

(中国国际书店 北京2820信箱)

定价 0.22元 每月15日出版

一种新的越洋通信工具

——未来的海底光缆系统

杨钟廉

与同轴电缆、同步卫星比高低

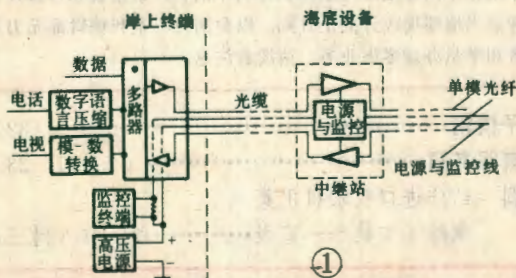
实现越洋的商用和军用通信,目前主要靠敷设在海底、传输模拟信号的同轴电缆和配置在大洋上空赤道轨道上与地球同步运转的通信卫星。而随着单模光纤技术的成熟,一种新的越洋通信系统,即海底数字式光纤光缆系统不久即将问世。这就是美国贝尔实验室正在研制、将于1988年启用的第八条跨越大西洋的话缆系统(简称TAT-8)。

第一条跨越大西洋的话缆系统(TAT-1)是1956年敷设的模拟式同轴电缆系统,其容量只有48条话路。发展到1983年敷设的第七条跨越大西洋的话缆系统(TAT-7),话路增加到4200条。但话路的增加是以增加中继站的数目和加大电缆的直径为代价的,其结果是系统的总成本增加了。而新的数字光缆系统频带宽、传输损耗低、可靠性高,通信容量比同轴电缆大得很多,但可容许的中继站间隔却较大,光缆直径却较小。这就使系统成本降低。

海底光缆系统比卫星通信系统也有明显的优点:用它传输信号没有延迟和回声效应;避免了大气扰动和多径衰落给通信带来的不利;抗干扰能力强;很难被对方窃听;而且系统的成本也较低。

系统的组成

图1是贝尔实验室正在研制的海底光缆系统的方块图。这个系统包括岸上终端设备、海底光纤光缆和设有光电再生器的海底中继站。



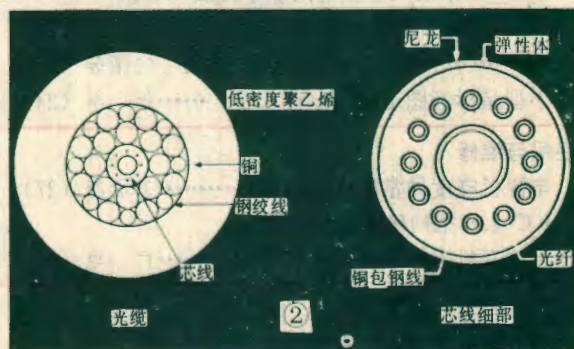
岸上终端设备含有一个数字式多路器,它直接接收数据信号,并通过高速率的模拟-数字转换器和带宽压缩器接收模拟的视频信号。模拟的语音信号则通过新型的语言压缩设备转换成数字信号。每条话路的平

均数字传输速率约每秒12千比特;这就是说,与每秒64千比特的脉码调制的标准编码相比,所占频带压缩成了五分之一。岸上终端还含有一个为中继站提供直流电的高压电源和一个用于监控的终端。

为了横越大西洋,这条海底光缆有6500公里长,所达到的最大海深为5.5公里。可以从干线上引出几条海底分支为大洋两岸六个国家提供光缆终端机。这个系统将以每秒280千比特的数据速率分别开通两对光纤线路,从而使通信容量超过46,000个双向话路(2×280 千比特/秒 + 12千比特/秒)。中继站的间隔大于35公里。海底通信设施要求有很高的可靠性。这个系统的可靠性目标是:在25年的使用寿命内,用海缆船进行修理不超过三次。

光缆解剖

这条光缆的横剖面如图2所示。光缆中心是外径为2.6毫米的芯线,其中容纳12根光纤。但第一套跨越大西洋的光缆系统可能只装有4根纤维。光纤都嵌在一个弹性体内,并且成螺旋形缠绕在中心的铜包钢线(称为主线)上。弹性体用作光纤的缓冲垫,以减



小光缆微弯曲所引起的损耗。弹性体外面覆盖一薄层尼龙,再外面是一系列的钢绞线,用以保障光缆的强度。这些钢绞线裹在一个连续焊接成的铜质圆筒里,它起着把光纤密封起来的作用,同时作为给海底中继站供电的导体。导体周围是一层低密度聚乙烯,用以保障光缆的绝缘和抗磨性能。整个海底光缆的外径是21毫米。而与此对比,最近一次敷设在大西洋的海底电缆的直径为53毫米。光缆尺寸小,就能使费用大大

节省,而且便于敷设,便于在船上存放。

频带宽、衰减小的光纤

光缆的重要组成部分是其中的光学纤维,它是传输激光信号的介质,用石英玻璃等材料拉制而成。光纤有两个重要参数:一个是传输带宽,一个是传输损耗。频带宽,容许的数据传输速率就高,通信的路数就多。传输损耗小,通信距离就远,就可以少设置一些中继站。就目前来说,采用单模光纤,工作在1.3微米的波长上,能较好地满足这两方面的要求。

光纤一般由内芯和包层组成。光纤是“多模”的,还是“单模”的,这跟光纤内芯的粗细有关。迄今已安装的光纤通信系统大多采用多模纤维。典型的多模光纤的内芯直径为50微米,其折射指数由中心往外逐渐变小,成抛物线型(见图3上部),称为渐变型光纤。由于内芯的直径与光的波长相比大很多倍,这就使得光在纤维内同时有多条传播路径,这就是所谓“多模”。而各条路径的长度互有差异,光通过这些路径传播的时间也就稍有差距,于是造成了光脉冲在时间上的展宽。这种现象叫做模的扩散。光脉冲的宽度增加了,每秒钟传播的脉冲数目即比特数就减少了。所以,模扩散现象大大限制了光脉冲信号能被精确地接收的速率。

当光纤的折射指数和光的波长确定时,光纤的模的数目随内芯直径的减小而减小。当内芯直径小到8~10微米时,就仅有一个模或一条传播路径(图3下部)。这样,模扩散现象就不存在了,光脉冲能被精确接收的速率便大大提高,从而提高了光纤可容许的传

输速率,也就是提高了通信容量。光波在光纤中传播,除了模扩散外,还发生色扩散(波导扩散与材料扩散的总和)。单模光纤的模扩散为零;而采取适当的光纤设计,在1.3微米上又可使色扩散为零。这样,单模光纤就能有很大的带宽。

单模光纤在1.3微米波长上使用传输损耗也很小,小于每公里0.4分贝。当然,如果单纯从传输损耗考虑,最好用1.5微米的波长。因为在这个波长上,光纤的传输损耗最小,小于每公里0.3分贝。但在这个波长上,目前还很难使色扩散为零。等到合适的激光源研制出来后,下一代的海底光缆系统无疑要工作在1.5微米的波长上的。

中继站的结构和作用

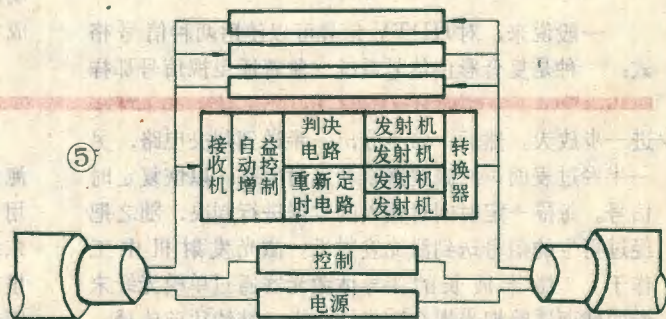
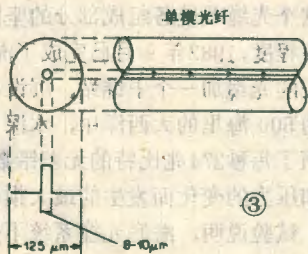
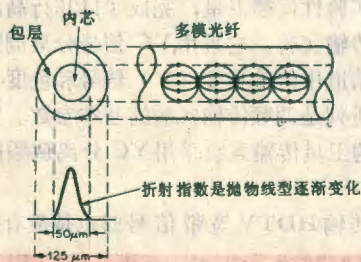
光在光纤中传播发生的衰减随距离的增大而累加。因此,需要每隔一定的距离设置一个中继站,使强度已大大减弱的光信号得到再生。

图4是海底光缆中继站的一种可能的结构。其原理则如图5所示。中继站所用电源是通过光缆的铜导体来提供的。每个中继站含有4部光电子再生器,分别以每秒280兆比特的数据传输速率工作。每部光电子再生器则由一部光接收机、再生器集成电路和四部激



光发射机组成。这四部激光发射机通过 1×4 的光转换器连接光纤,其中一部处于工作状态,而三部备用。所以对激光器的可靠性要求就可以降低几个数量级。

再生器的工作过程是:光纤送来的光脉冲耦合到



PIN 结雪崩二极管接收机(随后有一只前置放大器),由此输出的电信号送到自动增益控制集成电路放大器

高 清 晰 度 电

电视是我们生活的伴侣；电视给我们带来知识、带来乐趣。电视已有50年的历史，回顾它的发展，可以分为四个阶段：黑白电视、彩色电视、高清晰度电视（HDTV）和立体电视。迄今为止我们所看到的是黑白、彩色两种。而且大家都知道，彩色电视比黑白电视的图象清晰得多（约增加了30%的图象信息）。然而，远比不上电影的图象质量。原因何在？简单说来就是扫描行（线）制式问题。

为了满足科学和文化日益发展的需要，科技工作者已经研究出第三代产品——高清晰度电视。这种高清晰度电视的问世将比普通电视的图象信息高出4倍多。日本的广播协会在这方面已经取得了可喜的成果。可以期望，高清晰度电视进入人类生活的那一天已经不远了。

HDTV的扫描与图象质量

我们普遍都有一种感觉，看电影比看电视清晰。尤其是，当你坐在某一距离看电视时，会发现荧光屏上有一条条光线在移动，这就是扫描线。扫描线越少，图象就粗糙、模糊。要想看不到它，在制做电视接收机时，就必须增加扫描线数，使图象纹理变细（图象清晰度增高）。目前我国的电视机扫描线是625行，而电影的扫描线为2000行左右，有一种HDTV的扫描线为1125行。因此，电影和HDTV的图象要比普通电视清晰得多。

除扫描行数外，每秒出现的场数，扫描行的隔行数，都是影响图象质量的因素。因此要综合考虑。隔行扫描技术，可以节省每秒的场数，又不降低图象质量，实验证明：具有2:1的隔行率，并且每秒多于30个景象，即可使运动物体完全重现，也不会出现闪烁，因此HDTV接收机的技术指标定为：1125扫描行，每秒30帧图象，2:1的隔行率。

HDTV的信号

一般说来，对HDTV信号可以使用两种信号格式：一种是复合彩色信号系统（象普通电视信号那样

传输基色信号Y（亮度）和C（色度），采用频分多路传输）；另一种是时间压缩集成（TCI）系统（即压缩后YC信号在每一行或两行扫描时间内时分多路传输）。

复合彩色信号系统包括：IYS、OYS和OYC三种信号格式。

IYS信号格式即是副载波在Y信号频域内。我们使用的普通电视就是采用这种形式。它的优点是，基带信号的频率利用率较高，不足的是很难消除YC之间的交叉干扰以及由于副载波和波色交扰引起再生图象的不稳定。OYS格式即为副载波在Y信号频域之外，它可以有效地克服IYS格式的缺点，但不能用于亮度信号和两个信号的频分多路传输。OYC格式（色信号在Y信号频域之外）能较好地克服上述两种格式的缺点，美中不足的是，频率利用率较低。但是，在传输信道的特性变坏时，它可对Y和C信号之间的干扰、色分辨率和图象的平衡及稳定性形成很好的信号。

时间压缩集成系统的基带信号的频率利用率比复合彩色信号低，然而，从传输效率和低噪声的观点出发，对调频广播和磁带视频记录来说，它比复合信号好。

HDTV的传输

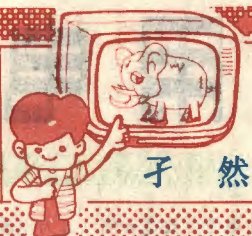
HDTV需要高质量，宽频带传输。因此，选择传输信道与传输系统是至关重要的。在传输高清晰度复合彩色电视信号时，为了不产生串色干扰，彩色信号带宽与亮度信号带宽是分离传输的。1978年4月日本发射了一颗实验性广播卫星，完成了1125行高清晰度电视信号的传输实验。它采用YC信号分离调频传输系统在分离信道中传输亮度（Y）信号和色度（C）信号。表1所列是调频传输实验的基本参数。实验表明，HDTV的卫星传输系统采用YC分离调频传输是成功的。

光纤在传输HDTV宽带信号时也是最有效的方

为了验证这个光缆系统各组成部分的坚固性和在海底应用的准备程度，1982年9月已完成了深海试验。用一条18公里长的光缆加一个中继站，沉设在百慕大东北偏东方向约500海里的大西洋中，水深为5.5公里。试验中表演了每秒274兆比特的无差错数据传输。因温度、张力和压力的变化而发生的最大损耗的变化小于0.1分贝。试验说明，海底光缆系统不失为越洋通信的一种可供选用的新工具。

进一步放大。然后，信号分出一半送到判决电路，另一半经过表面声波滤波器重新定时电路，以恢复定时信号。每隔一定时间对输入的数据进行判决，随之把经过再生的信号送到激光发射机。激光发射机中工作于1.3微米波长的半导体激光器通过单模光纤末端的球面透镜把光耦合到光纤中去，继续往前传播。这种再生器正在继续研制，以便达到更高的集中度。

视 简 介



子 然

法之一。而且特别适用于高清晰度电视的传输。可以预期, 光纤将在这一技术中扮演主要角色。

表 1

	Y 信号	C 信号
视频信号带宽 (MHz)	20	6.5
传输信道	B ₀	A ₁
射频带宽 (MHz)	80	25
频偏 (低频成分) MHz	40	12
FM 增益 (dB)	16.8	16
加重增益 (dB)	7	7
发、收天线 (mφ)	2.4	2.5

HDTV的编、解码

彩色信号的编、解码框图如图所示。首先用带宽矩阵得到红、绿、黄信号。Y、C_w和C_N信号通过限带滤波器和延迟线, 然后色信号加到副载波调制器上。当色信号副载波频率高时, 需要微调, 两个色信号保持严格正交, 色信号载波加到信号上; 再加上同步信号就形成复合彩色电视信号。编码参数如表 2 所列。

表 2

序 号	系 统	标 准		场 地
		抽 样 频 率		
1	R、G、B	$4 \times f_{sc}$		演播室处理
2	YC	Y: $4 \times f_{sc}$ C: $2 \times f_{sc}$	8 8	一 般 处 理
3	YC	Y: $2 \times f_{sc}$ C: f_{sp}	8 8	传 输
4	复 合	$4 \times f_{sc}$	8	传输、复合、信号处理

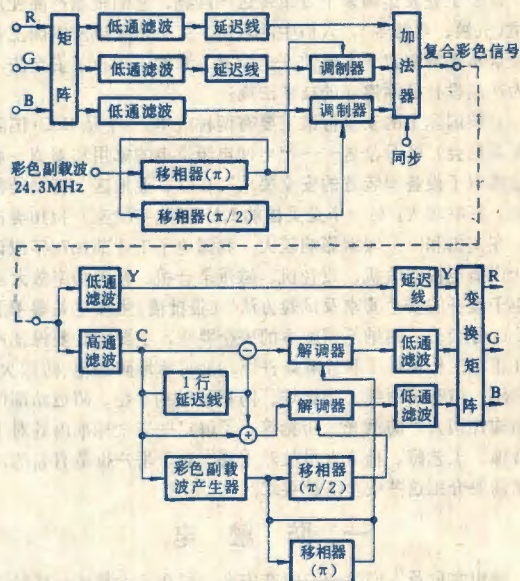
注: $f_{sc} = 24.3\text{MHz}$ (彩色副载波)

表 3

扫 描 行 (线)		1125	
宽 高 比		5:3	
隔 行 率		2:1	
场 频		60Hz	
图 象 信号带宽	亮度信号 (Y)		20MHz
	色 度 信号 (C)	宽 带	7.0MHz
		窄 带	5.5MHz

HDTV的标准

表 3 列出的是日本广播协会研制 HDTV 设备的标准。当亮度信号带宽选为 20MHz 时, HDTV 的图象质量下降不大, 被认为符合未来电视的要求。



HDTV的发展概况

目前, 欧洲、日本、美国都在研究高清晰度电视。研究工作的注意焦点是采用什么样的广播制式、多少扫描线。人们对日本 NHK 提出的 1125 行扫描线方案似乎有更大的兴趣。美国 CBS 电视网正打算试用 1050 行扫描线; 而欧洲广播联盟提出采用 1250 行扫描线, 被认为是 NHK 的主要竞争对手。日本打算在 1989 年 3 月发射一颗 BS-3 广播卫星, 用来转播高清晰度电视信号。在不远的将来高清晰度电视有可能完全改变电视广播和播送节目的面貌。我们期待着这一天早日到来。

邮购
消息

北京国防系统酒仙劳动服务公司供应棒式磁头消磁器 (经电子部电声研究所鉴定合格), 邮购价 6.80 元。邮购地址: 北京大山子 8517 信箱。收款 30 天内发货。

(上接 26 页) 输出的阶梯电压应为 5V/级, X 轴选择开关 K₁₀ 应置于 “5V/度” 档。接通电源, 在屏面水平方向应有 11 个亮点。调整 W₃、W₄, 使每个亮点间隔为一个格, 阶梯电压正好满度, 即为调整好了。

初步统调好后, 有条件时可对照产品图示仪进行实测, 进行比较细致的调整和校正, 以便进一步提高仪器的精度。

编者附记 本文介绍的图示仪有套件供应, 具体邮购方法见上期 9 页。



家用电子产品

随着家用电子产品的普及,使得千家万户的文化生活不断丰富。但是这类电子产品的使用和使用者多是“外行”,甚至是好奇的儿童,所以保证使用者的安全是设计者要严肃考虑的问题。许多工业发达国家十分重视这一问题,它们根据产品使用环境(气候、电源等)、人们生活习惯、文化水平以及本国工业的发展水平等制定了本国的安全标准,有的还颁布了安全法,成为产品设计必须遵守的技术法规。

目前国际上的安全标准主要有两种版本。一个是IEC(国际电工委员会)65号公告——“电网电源供电的家用和类似一般用途的电子设备及装置的安全要求”,在欧、亚地区(特别是在欧洲)影响较大;另一个是美国的UL(保险实验室)1410等标准,在美国和一些国家影响较大。我国电子工业部1978年拟订的“广播电视接收机、收音机、磁带录音机、音频功率放大器”等电子设备的安全要求及试验方法”(报批稿)主要也是参考了IEC65号公告。归纳不同版本的安全要求,主要就是要保证产品在正常工作条件下和故障条件下均能可靠地防触电、防起火、防高温、防有害射线、防爆炸。防机械结构不稳、防运动部件和结构件伤人、防激光、防毒等。了解这些安全标准内容对于设计师、工艺师、检查人员固然重要;对于用户也是有益的,下面简要介绍这些安全防护要求。

一、防 触 电

触电常危及人们生命和财产安全。早在三十年代一些科学家已做了大量研究工作。实验表明,触电不仅可以直接致伤、致死,而且能引起疾病或并发症致伤、致死,如窒息、纤维性颤动、心肌梗塞等。

①造成触电的三种感阈值

(a) 电流: 直流2mA、交流0.7mA(峰值);

(b) 电压: 直流100V、交流34V(峰值);

(c) 放电量: 天地线对大地放电不超过45μC(微库), 34~450V可触及元件对地放电电容不超过0.1μF, 450V~150KV的可触及元件对地放电电量不超过45μC。IEC65号公告规定工作电压在150KV以上的元件放电能量不超过350mJ。

实验表明,女性的感阈值只有男性的2/3,所以上述极限值均系女性的感阈值。

② 人体电阻的不定性和负特性。人体电阻因人、因地而异,变化很大,而且随所加电流、电压及通电时间的增加而下降,一般取1500Ω或2000Ω为人体电阻参考值。

③ 感阈电流随其频率增加可以放宽,即1000Hz以上的安

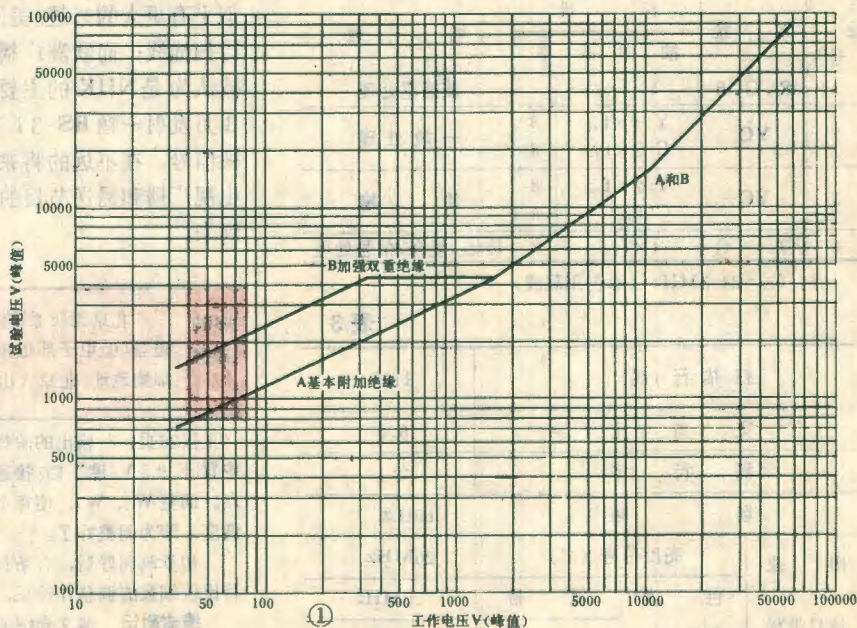
全电流可放宽n倍(n为电流频率千赫的整数)。如2000Hz的电流感阈值为 $2 \times 0.7 \text{mA} = 1.4 \text{mA}$,但任何情况下不得超过70mA。否则就会有明显触电感觉甚至有危险。

为了防止使用者触电,设计者首先考虑的办法是用绝缘机壳把带电元件封起来,使用户不能触及;其次,通过电路设计和结构设计,保证那些必须设在机外的带电元件(如天地线、调节控制元件等)的可触部分,在正常和故障条件下,均不超过上述规定极限值,即平常所说的“不带电”。第三个措施,就是设计时使那些可触及的危险元件增加安全系数,按安全标准对可触及带电元件作双重绝缘防护(即在基本绝缘上再附加一层绝缘,以保证即使基本绝缘损坏,可触及元件也不会“带电”),或加强绝缘防护(相当于加上双重绝缘的一层绝缘的抗电强度)。最后,还要对产品的试验方法提出加严要求,模拟产品使用情况(包括故障情况、元器件间高压跳火、雷电击穿等),运输条件,以及违反操作规程的条件下,仍要求带电元件不可触及,机外元件“不带电”和抗电强度仍满足要求。

根据IEC65号公告,一个符合安全标准的合格产品,在抗电强度和绝缘电阻方面应达到下表所列指标。

二、防 火

防火也是电子产品安全方面的一个突出问题。机内高压元件(4000V以上)处理不当造成飞弧,电路中大功率传输点(10W或15W以上)处理不当,发热元件超过限温(200℃以上),以及元件材料选用不当(工作时产生可燃气体)等,都可能成为引燃源。所以对于产品设计和装机都要合理考虑阻燃问题,选用阻燃的高压元件及材料,消除机内飞弧和可燃性气体的产生,合理进行热设计,使处于危险工作区的元件、材料不超过



设计中的安全问题



张 斌

极限温升,采用阻燃材料制成隔离罩,构成防护区,以隔离危险元件。一个零件选用什么等级的阻燃材料是件复杂的工作,除要考虑工作电压、耗散功率外,还涉及电压极性、材料耐击穿能力和体积电阻等,还要考虑该零件与周围元件的间隙等因素。

绝 缘	绝缘电阻 (MΩ)	试验电压 (交流峰值或直流) (V)
直接连到电网电源电路的各极间	2	$2U_n + 1410$
用基本绝缘或附加绝缘隔离的元件间	2	见插图曲线 A
用加强绝缘隔离的元件间	4	见插图曲线 B

* U_n 为设备接额定电源时,在正常条件或故障条件下受试绝缘上的最高峰值电压。加在基本绝缘上的试验电压是认为附加绝缘短路,反之亦然。

三、防止过高温

要限制机外可触及元件和调节元件的极限温升,保证绝缘件正常功能的极限温升,保证结构件、防护件足够机械强度的极限温升。要按照热设计合理选择原材料来达到上述三个要求。

四、防止有害射线

有害射线主要指X射线,当然也有 β 、 γ 射线。电视机中的显象管、高压整流二极管、扫描放大管、阻尼管、高压稳压管等高压元件均会产生一定的有害射线。不同的人所能承受有害射线的剂量,随其年龄、身材大小、新陈代谢、生活习惯和环境条件不同而变化。例如16岁以下的男性儿童对X射线更为敏感,因而更易受害。

这里讲的X射线是一种软射线,其辐射剂量随着受辐射体与辐射源距离的增加而下降,防护比较容易。散失到机外的辐射剂量取决于工作条件、设计款式、选用材料、显象管壁厚等,设计时可采取各种措施来限制它,使用户尽量减少影响。

五、防 爆

要防止电视机显象管因温度剧变和偶然的机械冲击产生爆炸后飞出的小碎片伤害观众。1958年以前防爆管未问世,主要靠防护罩来保证安全,现在防爆管已广泛应用,而且整机设计的稳定性提高了,故爆炸事故得以减少。但设计时也应考虑到,万一发生爆炸,也不应有爆炸碎片伤害在正常收看范围内的观众,只允许碎片飞向机器后部和下面。

六、防结构件伤人

增强机械稳定性,防止结构件伤人也是一项重要的安全标准。对于重量大于20kg的产品,标准中提出了重心稳定性要求;

对于运动部件要采取防护性措施,防止伤害操作者;机外结构件要避免尖锐的棱角和棱边;对于容易误接、误用、误操作而招致事故的那些结构,设计时应尽量少用或不用。

七、防毒和防激光

在IEC第47届年会期间,TC12B(安全)分会上提出了产品在各种条件下都要防止散发毒气和功率激光的问题。虽然目前尚无这方面的具体安全极限指标和测量方法的规定,但要求设计产品和选择元件材料时要考虑到这些问题。

产品安全可靠性的设计,必须综合、全面地考虑上述要求。设计时往往会发现有些要求是互相制约,如从防触电、防射线角度来看机壳应封闭和加厚;而从防高温角度看,则希望机壳减薄并多开通风孔,如此等等。所以对于安全规范的执行要巧妙、灵活,而且要经济合理,针对具体产品具体分析处理。

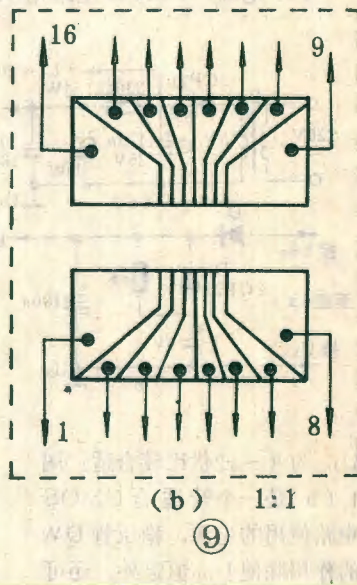
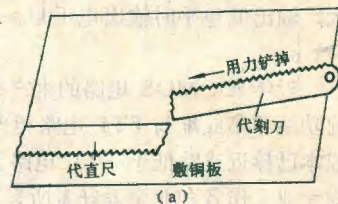
(上接9页)

便于制作,在给敷铜板涂漆时可将几个相邻的管脚焊接点涂成一片,待油漆干后再用断裂的废钢锯条刮出间隔。

也可用废钢锯条按图9(a)所示的刀刻法直接刻出,这种方法速度很快,一次便可刻出一条直线。图9(b)是一种刻好后的线路板(线条为刻去部分)。

暂时不用的CMOS电路可用金属箔包好或放入密闭的金属盒内存放。

尽管CMOS电路在焊接、存放时若不注意会造成损坏,但一旦和电路连接好后,就不易损坏了,不必担心其工作的可靠性。





的特点及其使

CMOS 电路是六十年代后期才发展起来的一种集成电路。与目前用得最多的 TTL 数字集成电路相比，它有下列优点：①电源电压 U_{DD} 范围宽，可在 3~18 伏内工作（由于工艺上的原因，有的产品要求在 8~12 伏或 7~15 伏内工作），这给使用带来了很大的灵活性，同时大大降低了对电源电压稳定度的要求。而 TTL 电路的电源电压范围很窄，要求固定为 5 伏，仅允许偏差 ± 0.5 伏。②静态功耗极微，每门功耗仅有 TTL 电路的万分之一左右，因此特别适合制作便携式设备及用干电池作备用电源的设备。③输入电阻极大，可达 10^8 欧以上，许多情况下输入端可看成是开路的，这是 TTL 电路远不能及的。由于输入电阻极大，用 CMOS 电路构成的振荡器的周期可以作得很长。④抗干扰能力强，若设 $U_{DD}=10$ 伏，噪声容限可比 TTL 电路高三倍以上，可用于有强烈干扰的环境。⑤门电路的阈值电压温度系数小，温度每上升 1°C ，阈值电压 U_T 仅下降数百微伏，而且高、低电平过渡区间很窄，用它可作成性能优良的比较器。此外，它的逻辑摆幅大，输出低电平时输出电压 $U_o \approx 0$ ，输出高电平时 $U_o \approx U_{DD}$ 。

近年来 CMOS 电路的生产有了很大的进展，目前功能和集成度与 TTL 电路相当的 CMOS 电路，其成本已接近或略低于 TTL 电路了，并且日益广泛地为专业工作者和业余爱好者所采用。

由于 CMOS 是一种新的集成电路，不少初学者对它还不十分了解，因此下面介绍一下它的使用。

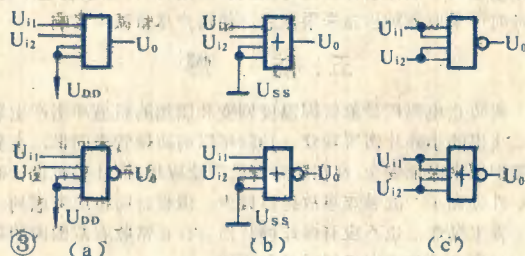
1. 电源 CMOS 电路允许的电源电压范围较宽，电压的高低可根据实际情况进行选取。电压越高，抗干扰能力越强，逻辑摆幅越大，工作频率越高，但功耗也越大。一般情况下选

U_{DD} 为 8~12 伏比较合适。图 1 (a) 是一个较适合 CMOS 电路使用的电源，稳压管 DW 的作用除使 U_{DD} 恒定外，还可保护集成电路不受过电压或整流二极管损坏短路后的反向电

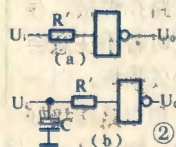
压的损坏。从电容 C_1 正极引出的 $+U'$ 端，可接继电器或发光三极管等不需稳压的元、器件，以减轻稳压部分的负担。有些控制电路不允许中断供电，这种情况下可加接图 1 (b) 部分的电路，当交流断电或停电时， D_2 导通， D_3 截止，备用电源 E 立即投入使用。供电正常时，整流电源可通过与 D_2 并联的一只 $3\text{K}\Omega$ 电阻对 E 充电。设置电源时必须注意 U_{DD} 不能超过 CMOS 电路的极限电压，否则将损坏集成块。

2. 门电路输入端的处理 CMOS 电路对输入电压的要求是既不能超过 U_{DD} 值，也不能为负值。既应满足： $0 < U_i < U_{DD}$ （因内部接有保护二极管），若有超出这个范围的可能，应串联保护电阻 R' （见图 2 (a)），特别应该注意的是若输入端接有较大的电容 C 时，也应加保护电阻 R' （见图 2 (b)），否则易损坏集成块。 R' 的阻值大约为数千欧。

一块集成门电路往往有多个门，而每个门往往又有多个输入端。当一块集成电路中的某些门闲置未用或某个门的输入端用不完时，便出现了多余的输入端，在使用时这些输入端是不允许悬空的，如果整个门未用，对它没有逻辑要求，则接 U_{DD} 或地端均可；如果一个门的输入端用不完，对于与门和与非门，多余的输入端应接 U_{DD} ，而对于或门和或非门，则多余的输入端应接地。如果对阈值电压的高低没有特殊要求，也可将多个输入端接在一起使用。各种情况如图 3 (a)、(b)、(c) 所示。触发器的多余控制输入端也是不允许悬空的，由于它的连接较复杂，这里不介绍。



若输入端接有 1 米以上的长线，工作速度又很低，则可加入阻容电路滤除干扰（如图 4 所示），实践证明，这样处理后电路有极强的抗干扰能力。





张敬远

3. 输出电路 CMOS 电路的负载能力较弱,

不能直接驱动继电器等负载,需加一晶体管开关电路。

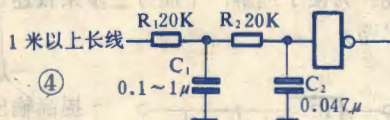
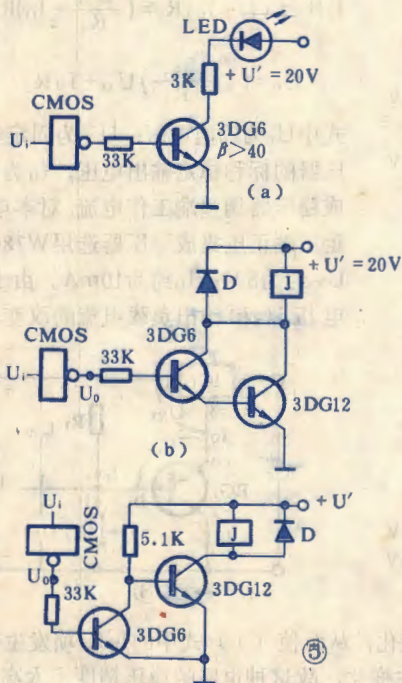


图5(a)可驱动

发光二极管;图5(b)、(c)可驱动吸合电流在100mA内的继电器。图5(b)是 U_o 为高电平时使J吸合,图5(c)则是 U_o 为低电平时使J吸合。由于CMOS电路输入电阻极大,因此在低频情况下一个输出端可驱动许多个输入端。

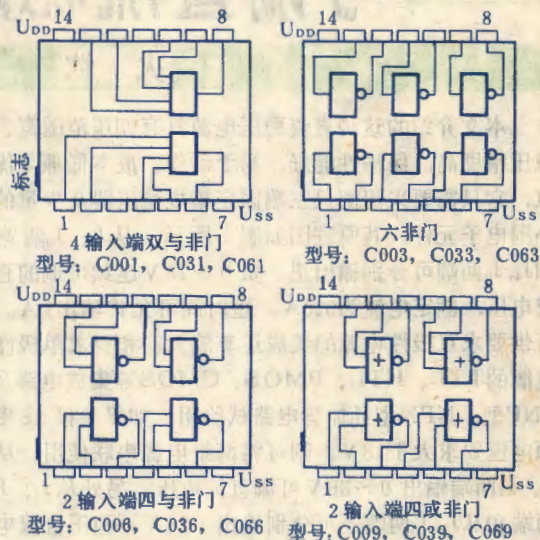


4. 常用的 CMOS 电路及管脚排列 常见的

CMOS 数字集成电路一般有14或16个管脚,图6列出了几种用得较多的集成电路管脚排列图(陶瓷扁平封装),其标志是一凸出的金属块。每块集成电路都有接地端 U_{ss} 和接电源正端的 U_{DD} ,这两个端在电路图中一般不画出,因此应特别注意。一块集成电路往往有多个门或多个触发器,它们在电路上各自是独立的,



可根据布局需要进行连接。

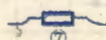


⑥

CMOS 电路分A、B、C三档(例如CO36A便是A档产品),其中C档性能最好,其次是B、A档。但性能好的价格相应高点。一般要求不高的场合选A档完全可以了。A档和B、C两档相比,主要是工作频率要低些,输入电阻要小些和静态功耗要大些。

5. 焊接与印刷板 CMOS 电路是一种场效应

器件,焊接、存放时都要小心,否则会造成静电击穿。装配时一般应先将其它元件焊上,最后焊接CMOS电路。焊接CMOS电路时要将烙铁外壳接地,或将电烙铁加热后拔下电源插头利用余热进行焊接。由于烙铁正常时其绝缘电阻很大,因此对接地要求不高,用一铁钉插入大地或从自来水管上引一接线就可以了。焊接前应用镊子将集成电路管脚弯成图7的形状,注意不要紧贴根部弯曲。焊接时动作要快,并用镊子帮助散热。还要注意不要把相邻的管脚粘焊在一起。



由于CMOS电路的管脚排列较密,用一般的烙铁头不易焊接,需用如图8所示的方法改制一下:用一个20W的内热式电烙铁,取下原有的烙铁头,将直径为1.5~2毫米的铜丝绕在图中的金属杆上,并将焊接头锉成斜面,这样就容易焊接了。

由于管脚排列密,印刷板的制作也比较困难。为



(下转7页)

可调直流稳压电源

火 钦

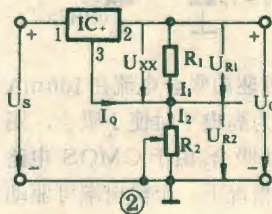


本文介绍的这种直流稳压电源具有调压范围宽、稳压精度高、保护性能好、易于制作、成本低廉等优点,它只需要采用两只三端固定集成稳压器及少量的外围电子元件。其原理图如图1所示。从 J_2 、 J_0 两端和 J_4 、 J_0 两端可分别输出正、负0~18V连续可调的直流电压,额定电流为0.5A,短时间可允许输出1A。可供要求双极性电源的集成运算放大器和要求单极性电源的TTL、HTL、PMOS、CMOS等集成电路及PNP型、NPN型晶体管电路试验用。如果单极性电源电压要求大于18V,则可将两组电源串联使用,从 J_2 、 J_4 两端输出0~36V可调直流电压。另外从 J_1 、 J_0 两端和从 J_3 、 J_0 两端还可分别输出±24V不稳压直流电源,可作为OTL、OCL功放电路和一般继电器电路电源。

么固定三端集成稳压器配上外围电路,既能输出高于标称稳定输出电压,又能输出低于标称稳定输出电压呢?为便于理解,下面分三步来叙述这个电路的设计思路。

一般资料所能见到提高输出电压的电路见图2。

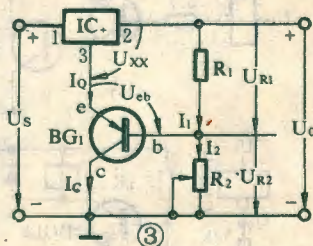
从图中可见,输出电压等于电阻 R_1 和电阻 R_2 上的压降之和,即 $U_0 = U_{R1} + U_{R2}$ 。因 $U_{R1} = U_{XX}$, $U_{R2} =$



$$I_2 R_2 = (I_1 + I_Q) R_2 = \left(\frac{U_{XX}}{R_1} + I_Q \right) R_2, \text{ 故得:}$$

$$U_0 = \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right) U_{XX} + I_Q R_2 \quad (1)$$

式中 U_0 为输出电压; U_{XX} 为固定集成稳压器的标称稳定输出电压, I_Q 为固定集成稳压器调整端工作电流。对本电路,固定三端正压集成稳压器选用W7805C, U_{XX} 约为5V; I_Q 约为10mA。由于输入电压 U_S 和输出负载电流的改变均会引

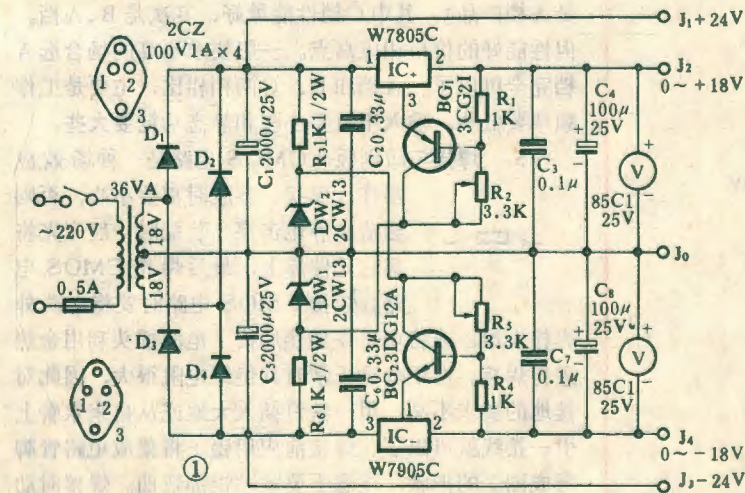


起 I_Q 的变化,从而使(1)式中的 $I_Q R_2$ 项发生变化也即 U_0 发生变化,故这种电路的稳压精度不太高。

如何来减小 I_Q 对输出电压 U_0 的影响呢?图3电路是图2的改进。在调整端3上接入了三极管BG1,构成的射极跟随器。这样一来 I_Q 的大部分可通过 T_1 的集电极流出,仅有小量的基极电流 I_b 流过 R_2 。这时有:

$$U_0 = \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right) \cdot (U_{XX} + U_{eb}) + I_b R_2$$

$$= \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right) \cdot (U_{XX} + U_{eb}) + \frac{I_Q R_2}{1 + \beta} \quad (2)$$



因正、负两组稳压电源,电路结构完全对称,工作原理完全一样,所以下面仅对正稳压电路进行分析,负稳压电路不再赘述。

固定三端集成稳压器有三个端子:输入端1,输出端2,公共端3。在本电路中,公共端当调整端用。集成稳压器内部电路相当复杂,但其外部特性可作这样简单理解:其内部电路具有自动改变调整端电流,以维持输出电压不变的能力。调整端电流增大,输出电压下降,反之输出电压上升。

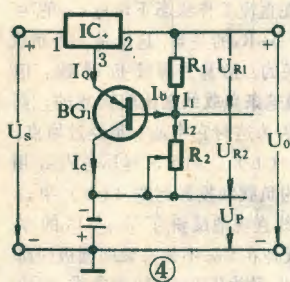
在分析电路时,首先碰到的第一个问题是:为什

式中 U_{eb} 为 BG_1 发射结正向压降, 约为 $0.5 \sim 0.6V$; β 为 T_1 的电流放大倍数, 要求大于 100。

比较 (2) 式与 (1) 式可以看出, 由于 BG_1 的作用, 使得 I_0 对 U_0 的影响减小了 $(1 + \beta)$ 倍。当 R_2 选用较小值时, 则 $\frac{I_0}{1 + \beta} R_2$ 项可以忽略, 得

$$U_0 = \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) (U_{xx} + U_{eb}) \quad (3)$$

从 (3) 式看出, 当 R_1 固定后, 调节 R_2 的大小, 就能调节输出电压 U_0 的大小。同时我们也会发现此电路即使将 R_2 调至零, 输出电压最小值仍有: $U_{0min} = U_{xx} + U_{eb} = 5.5V$ 。即此电路可输出高于 $5.5V$ 的电压, 要求输出低于 $5.5V$ 的电压是不可能的。



为了使输出电压可调至低于 $5.5V$ 乃至 $0V$, 将图 3 电路改进, 变化为图 4 电路。

在图 3 的基础上, 在 BG_1 集电极和电阻 R_2 的连接点对地增设了一个负偏置电压源 U_P 。这时有:

$$U_0 = \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) (U_{xx} + U_{eb}) - U_P \quad (4)$$

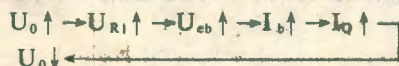
从 (4) 式看出, 要达到 $R_2 = 0$ 时 $U_0 = 0$, 则要求 $U_P = U_{xx} + U_{eb} = 5.5V$ 。将此条件代入 (4) 式得:

$$U_0 = \frac{R_2}{R_1} (U_{xx} + U_{eb}) \quad (5)$$

从 (5) 式又可看出 U_0 与 R_2 成正比, 故用 R_2 能平滑地调节输出电压的大小。

在实际电路中, 负偏置电压源由负电源经稳压管 DW_2 稳压后提供, 故 DW_2 应选用 $2CW13$, 其稳压值为 $5 \sim 6.5V$ 。

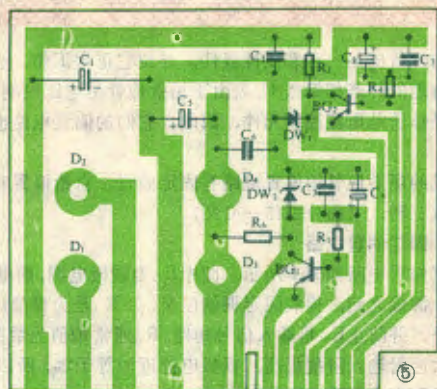
从物理概念上怎样来理解本电路的稳压作用机理呢? 其实很简单: 假设由于输入电压或输出电流的变化, 使输出电压 U_0 增高, 则电路将产生下面的负反馈自动调节过程:



抑制了输出电压的增高; 反之, 当 U_0 减小时, 自动调节作用相反, 抑制了输出电压的减小。经实测: 空载输出电压调整至 $15V$, 加上 $1A$ 最大输出电流, 输出电压仅下跌 $0.1V$, 稳压精度高于 1% 。

稳压电源的印制电路板图见图 5。因集成稳压器工作时的功耗可达 $10W$ 以上, 故要求安装在尺寸不小

于 $100 \times 100mm$ 铜或铝的散热片上。变压器可选用北京广播电视配件二厂生产的 7912 型 $36VA$ 电源变压器。



这里特别说明一下, 电容 C_2 、 C_3 的作用是消除高频自激。实验中发现, 当集成稳压器自激时, 不仅输出带有很大交流成分, 而且稳压作用极差。因此电源安装好后, 最好用示波器观察一下输出是否存在自激, 如果存在, 则可通过改变 C_2 、 C_3 的容量或将 C_2 、 C_3 直接接到集成稳压器的 1、3 两端和 2、3 两端, 将自激消除掉, 电源就能正式使用。

《北京电子报》启事

《北京电子报》1984 年合订本正在预订, 每本 3.00 元, 明年一季度未发行。该报还编辑出版了《彩色电视接收机、盒式磁带录音机维修图解》资料, 适合维修人员及爱好者阅读。该资料 32 开, 240 页左右, 每本 1.10 元 (含邮资); 预计 11 月底发行。欲订购者请将款汇至北京建国门内贡院头条 1 号该报编辑部。

邮购消息

▲武汉市青少年科普器材服务部供应: ① WTK-4.7K 开关电位器, 0.75 元/只, 10 只以下加邮费 1 元。② WH15-

4.7K 小型开关电位器, 0.50 元/只, 2 只以下加邮费 0.20 元。③ 2CC1D 硅变容管 ($20 \sim 125pF$), 3.50 元/只, 20 只以下加邮费 0.20 元。④ 3CG23 副品 ($>40V$, $40 < \beta < 120$), 3DA87 副品 ($>150V$, $40 < \beta < 120$), 单价均为 0.40 元; 10 只以下加邮费 0.20 元。

▲河北省任丘县群众立体声服务部供应: ① 天津产 220V/12V 1.5A 稳压电源, 带短路和过载保护 (能自动解除), 邮购价 36 元。② 飞乐牌扬声器 (邮购价): 5" 5W8Ω 中音 10 元; 3 1/2" 3W8Ω 7.80 元; 6 1/2" 5W8Ω 皮边低音 14 元; 8" 10W8Ω 皮边 18 元。③ 音响 IC: BA532 (12W) 3 元/只; HA1397 (20W) 12 元。④ 7Z01~03 电平驱动 IC 单价 2.40 元; 配松下红绿 LED 单价 0.35 元; 5、6、7 位电平表套件单价分别为 5、5.30、5.70 元。

▲郑州市音响器材公司 (棉纺东路 20 号) 供应 MF-91B 型袖珍万用表, 设有 19 档基本量程和 1000V、2.5ADC 专用插口, 还可测电容、电平、h_{FE}, 并具有测电笔和信号发生器功能。单价 34 元, 邮费 1.20 元。保修 18 个月。



浅谈场效应管的偏置电路

许茂祖

场效应管也是一种非线性器件,要使它正常工作,必须给它建立合理的静态栅偏压 V_{GS} 。由于场效应管是电压控制元件,而普通晶体管是电流控制元件,因此,它们的偏置电路也不尽相同。

常见的场效应管的偏置电路有固定偏置、自给偏置和分压自给偏置三种,下面分别作一介绍。

1. 固定偏置电路

固定偏置电路如图1所示。图中 E_D 为漏极电源,而电源 E_G 接于栅、源极之间,构成固定栅偏压 V_{GS} 。 R_g 是为栅偏压提供直流通路,并防止 E_G 将输入信号短路。 R_g 通常取值为数兆欧。由于场效应管输入阻抗很高,栅极电流近似等于零,所以 R_g 上基本上没有直流压降,由此可知,栅偏压 $V_{GS} = -E_G$ 。

根据 V_{GS} 值,可以在场效应管转移特性曲线上,求出静态工作点电流 I_D ,也可按下列公式计算出 I_D 值:

$$I_D = I_{DSS} (1 - V_{GS}/V_P)^2$$

式中夹断电压 V_P 和漏极饱和电流 I_{DSS} 可由转移特性曲线上查到,也可由图2电路测出来。先调节 E_G ,使 $E_G = 0$,此时毫安表上的读数即为 I_{DSS} ;再调 E_G ,使毫安表上读数接近于零(如为几至几十微安),这时电压表读数为 V_P 。

固定偏置电路的优点是电路简单,可以适用于各种场效应管的偏置。但是,要用两组电源,既不经济又不方便;同时没有自动稳定工作点的能力,电路的温度稳定性较差。所以,这种固定偏置电路,一般很少采用。

2. 自给偏置电路

如电路图3,在源极电路中串入一只电阻 R_s ,则漏极电流将在 R_s 上产生一个电压降,使源极电位高于地电位,即高

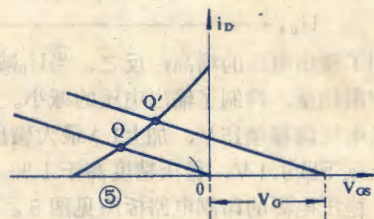
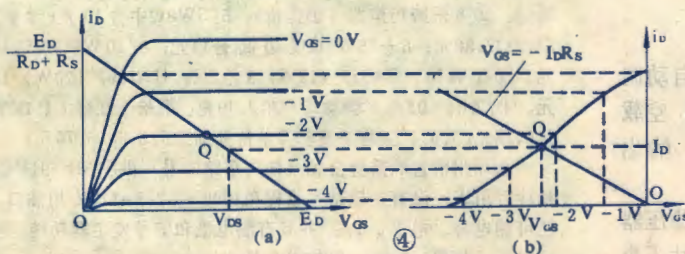
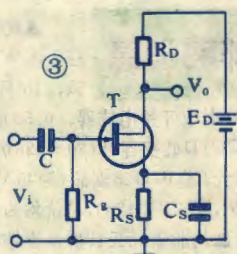
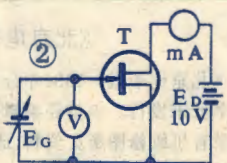
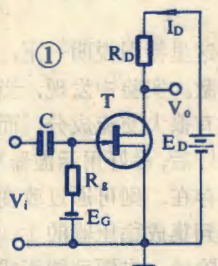
于栅极电位,从而得到栅偏压。该栅偏压是由管子自己的漏极电流产生的,所以称为自给偏置。 R_g 为栅漏电阻,用来给偏压提供直流通路,使其能加到栅极上, C_s 为源极旁路电容,给信号提供通路,防止 R_s 对信号产生负反馈而使电路增益降低。

在图3电路中,栅偏压 V_{GS} 及静态工作点电流 I_D 既可以用计算法求出,也可用图解法求出。在用计算法求 V_{GS} 与 I_D 时,由于 I_D 与 V_{GS} 都是未知数,所以可从下列方程组求得:

$$\begin{cases} V_{GS} = -I_D R_s \\ I_D = I_{DSS} (1 - V_{GS}/V_P)^2 \end{cases}$$

在用图解法求 V_{GS} 与 I_D 时,先在管子的输出特性曲线上,根据方程 $V_{DS} = E_D - I_D (R_D + R_s)$,作电路的直流负载线,如图4(a)所示。这条负载线反映了在直流工作状态下 I_D 与 V_{GS} 的关系,而且 I_D 与 V_{GS} 还满足 $V_{GS} = -I_D R_s$ 的关系,这也是一条负载线。由于它是与源极电阻 R_s 有关的,故称为源极负载线。但是,要在输出特性曲线上直接画这条负载线是比较困难的,而在 $i_D \sim V_{GS}$ 平面上画则很方便,因为这时它将是经过原点,由 R_s 决定其斜率的直线,如图4(b)。为了求得 I_D 与 V_{GS} ,用逐点投影的方法,将图4(a)的负载线投影到图4(b)中,得到图4(b)中的曲线。该曲线直观地反映了 V_{GS} 与 I_D 的关系,故也是转移特性曲线,这曲线是在 V_{DS} 不为常数即漏极回路有负载 $R_D + R_s$ 时的转移特性曲线,称为负载转移特性曲线,相应地, V_{DS} 为常数即漏极回路负载电阻为零时的转移特性曲线,称为静态转移特性曲线。手册上所给的一般为静态转移特性曲线。源极负载线与负载转移特性曲线的交点就是所要求的静态工作点Q,由Q点坐标就可求出 V_{GS} 和 I_D 。如需求 V_{DS} ,只要再将Q点由图4(b)投影到图4(a)即可。

自给偏置电路的优点是:①电路不太复杂,②通过改变 R_s 就可以调整工作点, R_s 越大, V_{GS} 越负而 I_D 越小,反之亦然;③有自动稳定工作点的作用,若因某种原因 I_D 有升高的趋势,则 R_s 上的电压降也升高,将使栅偏压更负而 I_D 下降,从而使它趋于稳定。但是,自给偏置也有其缺点:①只能用于耗尽型场效应管(包括结型和MOS耗尽型),而不能用于增强型MOS管,这是因为它在外无加的大于开启电压 V_T 的栅偏压时, $I_D = 0$,无法产生自给偏压;② R_s 的选择局限性大, R_s 越大,直流电流负反馈作用越明显, I_D 越稳定,但 R_s 太大, I_D 必然过小,这将使工作点进入转移特性曲线的弯曲部分,电路增益减小,失真增大。因此,选择 R_s 时,要对电路工作点稳定性和增益、失真的要求统一考虑。尽管自给偏置电路有这两个缺点,但在要求不是很高的耗尽型场效应管电路中,仍是经常使用的一种偏置电路。

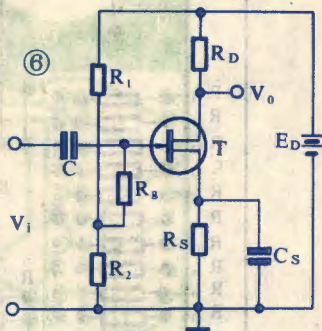




3. 分压自给偏置电路

自给偏置电路的主要问题是,当 R_s 过大时,工作点下降,进入转移特性曲线的弯曲部分,如图5中Q点。如果这时设法将源极负载线向右平移一段距离 V_{G_s} ,工作点就要升高,如图5中Q'点。只要 V_{G_s} 取得合适,就可以使工作点合适,自给偏置的矛盾便得到了解决。

源极负载线向右平移 V_{G_s} 距离,在电路上就是除了 R_s 产生的栅偏压外,再加一个与它极性相反的偏置电压 V_{G_s} 。 V_{G_s} 可由电源电压 E_D 分压获得,这样就得到如图6所示的偏置电路。由于该电路的栅偏压是由 R_1, R_2 对 E_D 分压和 R_s 上产生的自给偏压而共同得到的,所以称为分压自给偏置,也称混合偏置。



求分压自给偏置电路的 V_{GS} 与 I_D 的方法,基本上与自给偏置电路相同,只是在计算中,用方程 $V_{GS} = V_G - I_D R_s$ 代替 $V_{GS} = -I_D R_s$ 。相应地,在图解时,源极负载线也应当用平移了 V_G 以后的,而 $V_G = \frac{R_2}{R_1 + R_2} E_D$ 。在分压自给偏置中,只要取 $V_G > I_D R_s$,且 $V_G - I_D R_s > V_T$,就可以使 V_{GS} 为大于 V_T 的正偏压,所以这种偏置电路既适用于耗尽型场效应管,也适用于增强型场效应管。因此,这种偏置电路在场效应管电路中使用最多。

最后应当指出,无论哪种偏置电路,都应注意两个问题:

- ① R_s 的值至少应取数兆欧,因为在场效应管电路中,输入阻抗基本上等于 R_s 。
- ② R_s 在电路中的连接必须可靠,尤其对MOS管更应如此,否则将会使栅极悬空而被感应电压击穿,造成管子损坏。

《国际电子报》明年公开发刊

该报由电子工业部科技情报研究所与深圳电子开发公司合作创办。重点报道国内外振兴电子工业的技术政策、科研战略、生产规划、管理经验。着重刊载国内外电子行业的技术、产品及经济信息。面向生产、科研、教学、使用及管理部门;面向经济特区及沿海开放城市;面向港澳地区及国内外读者。

该报年内出版两期,明年起交邮局公开发刊,半月一期,每期4开16版,定价0.20元,代号1-49,欢迎各界读者到当地邮局订阅。

(上接29页)故障检查 按图2所示顺序检查后,发现 $2C_{37}$ 两端电压随亮度变暗而下降。焊下 $2C_{37}$ 、 $2C_{38}$ 测量,无严重漏电现象,且 $2R_{24}$ 、 $2R_{25}$ 也都良好,那到底是什么原因呢?考虑到 $2C_{37}$ 、 $2C_{38}$ 两端有100V左右的电压,应以加压测量为准。于是在 $2C_{37}$ 一端串入电流表测实际漏电流,结果发现随着亮度变暗时漏电流明显增大,且有小范围的漂移。由此判定 $2C_{37}$ 在加压后一段时间出现不稳定的漏电现象。

修理方法 调换一只良好的 $4.7\mu/160V$ 电解电容,故障随即排除。

用CMOS集成电路制作的水位计

阎健民

这里介绍的水位计采用了两块CMOS集成电路,线路简单,制作容易。采用发光二极管作水位指示,即使水位计安装在暗处也能看清。同时设有满水报警器,使用起来比玻璃管水位计方便得多。

水位计的电原理如图1。水箱无水时,检测杆上的铜箍A~G与M(电源正极)开路,反相器 $IC_{1a} \sim IC_{1f}$ 和 IC_{2a} 的输入端被 $R_1 \sim R_7$ 对地短路。这时,各非门均输出高电位,发光二极管只能通过 $R_8 \sim R_{14}$ 处于微导通状态,用于在暗处表示水箱深度。适当选择 $R_1 \sim R_{17}$ 值可提高水位计的抗干扰能力,调整 $R_8 \sim R_{14}$ 可使发光二极管微亮适当。

当水箱注水时,铜箍A~G依次通过水与M接通,非门 $IC_{1a} \sim IC_{1f}$ 和 IC_{2a} 的输入端为高电位,输出端依次变为低电位,通过限流电阻 $R_{15} \sim R_{18}$ 使发光二极管 $LED_1 \sim LED_7$ 依次点亮。此时表示水位逐渐上升。当最后的发光二极管 LED_7 点亮时, IC_{2b} 输出高电位, IC_{2c} 、 IC_{2d} 组成的音频振荡器起振,压电陶瓷片发出声响,表示水已注满。调整 R_{22} 、 R_{23} 可改变报警音调。

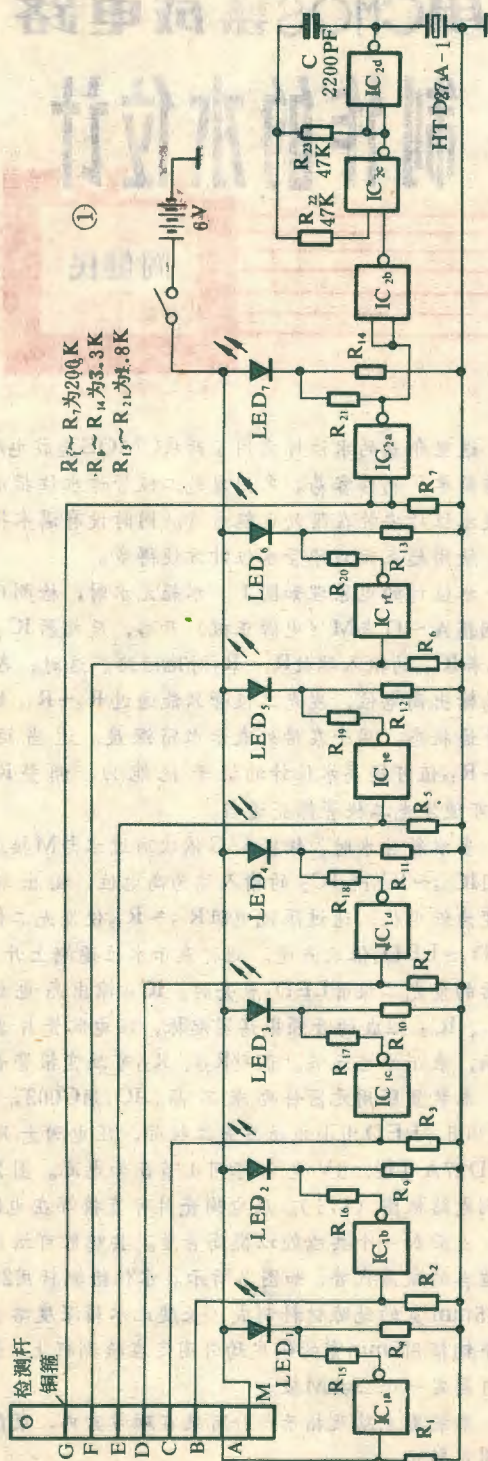
本装置所用元器件要求不高。 IC_1 用C003, IC_2 用C006,LED用小电流发光二极管,压电陶瓷片用HTD27A-1型。6V电源可用4节5号电池。图2为印刷电路板图(1:1)。压电陶瓷片可直接焊在电路板上,上面加一个共鸣腔以提高音量。共鸣腔可选用大小适当的瓶盖代替,如图3所示。水位检测杆用2mm厚15mm宽的绝缘材料制成,长度比水箱深度略长。7个铜箍用5mm宽的铜皮均匀固定在检测杆上。最下面再固定一个公共M板。

本装置电路及指示部分可装在磁带盒内,装配图如图4所示。

本装置如电路安装正确,可无需调整。如LED初



始亮度(即水箱无水时的微亮程度)不佳,可适当调整 $R_8 \sim R_{15}$ 。



电子新闻



多卡常速转录机

目前国内外转录盒式磁带节目多用高速转录机进行。虽然复制效率高,但价格贵、对母带的磨损较大。一般来说,技术指标也比较低。

北京磁性材料厂研制成多卡常速转录机,获得良好的录音效果。该厂先后用普通盒式录音机芯,制作了8卡、22卡和11卡立体声转录机。由一卡放音,其余录音。其中11卡转录机用该厂生产的牡丹牌磁带测试,全通道频响为13Hz~15KHz,0dB失真最大为2.7%,最小为1.6%,噪声磁平为-51dB,带速误差最大为+0.19%和-0.13%,抖晃率小于0.09%JIS WRMS。上述指标,即使进口的高速转录机也难以达到。该机可用于复制高质量的原版盒式音乐带。

(赵大安)

电视文字广播信号源

最近,广播电视部科学研究所与无锡电子计算机厂,共同研制成WGX-1型电视文字广播信号源。

该信号源是一种智能仪器,智能部件采用了微处理器MC6800,它将要输出的信号,叠加在国际规定的场逆程第17行。信号形式为2值NRZ制;传送方式为图形方式;时钟频率为6.9375MHz。它能输出电视彩条,彩色汉字,全“0”、全“1”等信号。色彩有红、蓝、绿等8种,彩色单位为 8×12 比特,输出一幅画面有798个彩色单位。

该信号源研制成功,为我国开发新的电视制式,生产、测试电视文字广播接收设备,提供了必要的手段。

(钟沁)

电子彩色移印机

福建三明市国营8450厂同香港有关公司合作,生产新型微电脑电子移印机。现有831A I型单工位单色移印机、831A II型双工位单色移印机及831B型多工位彩色移印机等三种产品。

该机由电子控制板通过气动装置和机械构件完成印刷工作。这种由微电脑控制的移印机,因省去所有行程开关,使体积缩小一倍;能完成自动记录印数、行程移动距离及移印速度;通过改变程序即能改变印刷深浅及行程距离。

此移印技术是以一件硅胶头为媒介,将要移印的图案、商标或说明,先蚀刻在钢板上(凹板),然后把凹入的油墨,通过

硅胶头提出,而复印在要印刷的工件上。不论工件的材料是塑胶、金属还是玻璃均可印刷。

(林垂德)

新型电子清纱器

宝鸡国营长岭机器厂与陕西省纺织科研所共同研制成DQS-301型和DQS-201型电子清纱器,最近通过生产定型,投入批量生产。这两种清纱器与该厂生产的DQS-401型四功能电子清纱器组成一个系列。

DQS-301是三功能型电子清纱器,可有效地清除纱线上的短粗节、长粗节和细节纱疵。DQS-201为双功能型,可清除短粗节和长粗节纱疵。为便于使用与维修,除电源、放大器、检测头和安装件等部分外,还配备有硅光电池电压测量表、纱支检测仪、纱疵分级样照、清纱特性曲线显示等附件。经鉴定表明,这两种清纱器性能可靠,故障率低,互换性好,空切与误切少。可满足纺织厂各种原料的中、高支纱使用要求。

(马子明)

数字式转速计

南京电讯仪器厂研制成EE936型数字转速计。这种仪器能测量电动机、发电机、柴油机等机械转动的转速。在国防、科研、生产、交通运输等领域有广泛用途。

该仪器全部采用集成电路,数值用LED数字显示。它比指针式转速表精度高、读数精确直观。用四节五号电池供电,携带方便。该仪器测量范围10~20000转/分;测量精度 $\pm 0.1\%$;测量方式为接触式;耗电20mA。

(李相彬)

电影还音设备

中国电影科技研究所、南京石城无线电厂等七个单位联合研制成5800型电影还音设备。文化部组织有关单位召开了生产定型会。

该还音设备是35mm固定式电影放映机的专用设备,与5850光前级光学激励系

统和5810型80W三分频组合扬声器配套,可供2000座位的电影院,制片厂放映室,工厂、机关、学校俱乐部使用。还可兼作放映前立体声磁带、唱片还音、话筒放大及影片解说之用。其中功率放大器、磁带录音机可作为单机,供电视台、广播电台监听播发质量,可供有线广播站、文艺演出单位作为高保真音响设备。

(李相彬)

电子冷热针灸治疗仪

沈阳市中医研究所、沈阳化工研究院和解放军5705工厂研制成LRZ-3型电子冷热针灸治疗仪,不久前在沈阳通过鉴定,并由5705工厂投入批量生产。

该仪器有两只半导体制冷或增热的灸柄,通过针头作用于人体穴位达到治疗疾病的目的。温度可以根据患者病情随意选择。

经沈阳中医研究所、锦州中医院等十几家医院临床应用表明:该仪器对糖尿病、气管炎、肾炎、青光眼等多种疾病有显著疗效。

该仪器由自动控温、电子定时、断电报警等几部分组成。功能齐全、结构合理、操作简便。

(吕洪江)

数字式可燃气体测量仪

北京自动化仪表二厂试制成RH-01型袖珍数字式可燃气体测量仪。可广泛用于可燃气体存放场所及输气管道阀门等处的检测,确定其危险程度,达到防燃、防爆目的。

该仪器由敏感探头、显示电路和报警电路三部分组成。敏感头为铂丝催化元件,在电桥中作为一臂。当可燃气体与铂丝接触时,便在铂丝元件上催化燃烧,元件升温,阻值增大,电桥失去平衡,仪器显示相应燃、爆下限浓度,并发出报警信号。经北京煤气公司使用,效果良好。

(京仪)

温度系数接近于零的电阻器

美国一家公司生产的VHP-100系列电阻器,在 $-55^{\circ}\text{C} \sim +125^{\circ}\text{C}$ 温度范围内其电阻温度系数接近于零,为 $0.6 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$; $-15^{\circ}\text{C} \sim +45^{\circ}\text{C}$ 温度范围内为 $0.3 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 。电阻器系列的阻值范围是 $100\Omega \sim 150\text{K}\Omega$,阻值公差0.0005%,额定功率为0.3瓦。

(王秉科)

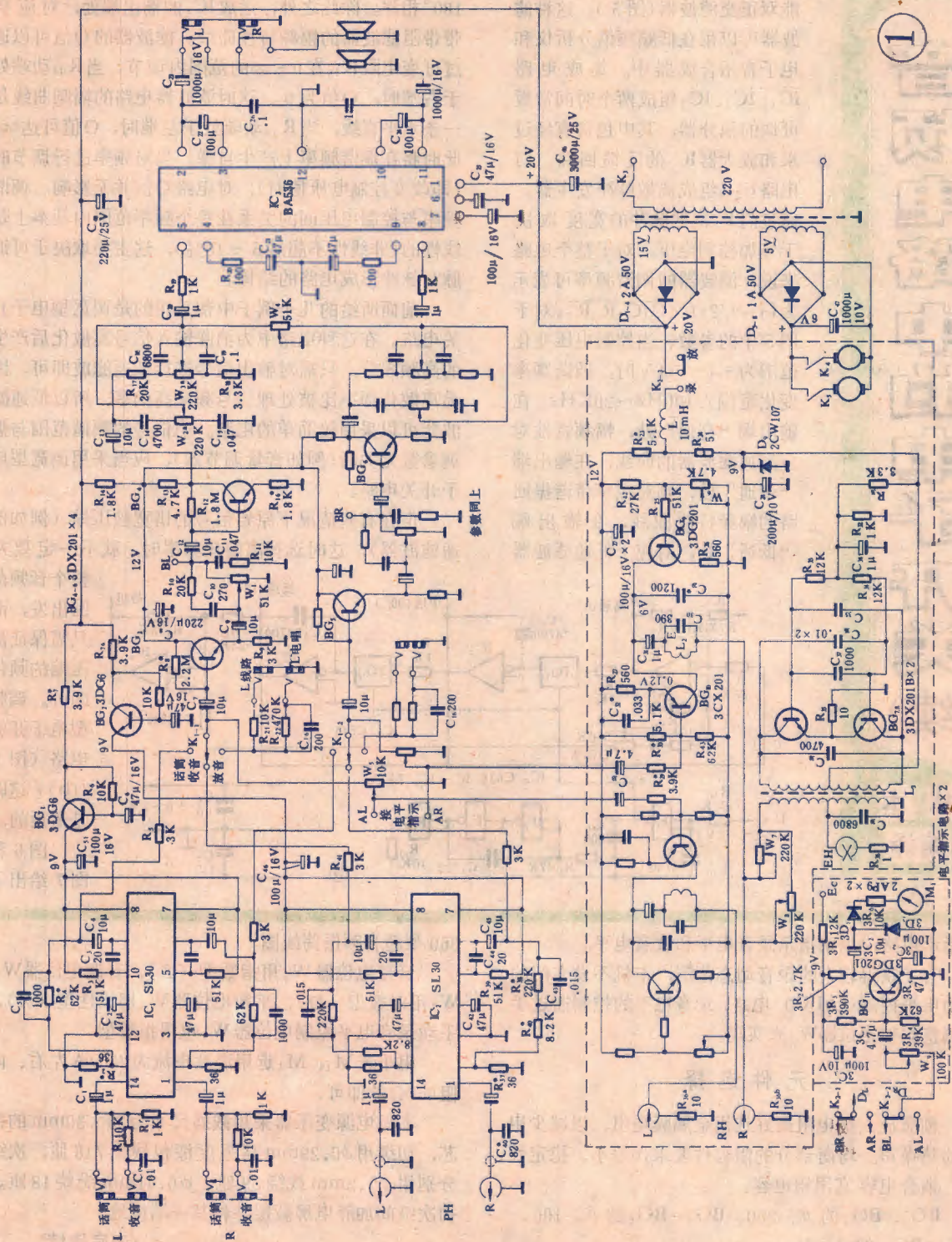
的制作与调试

BG₁₁和电平表M₁(M₂)等组成左(右)声道电

电子世界



1





音频电路中的电子开关 (续)

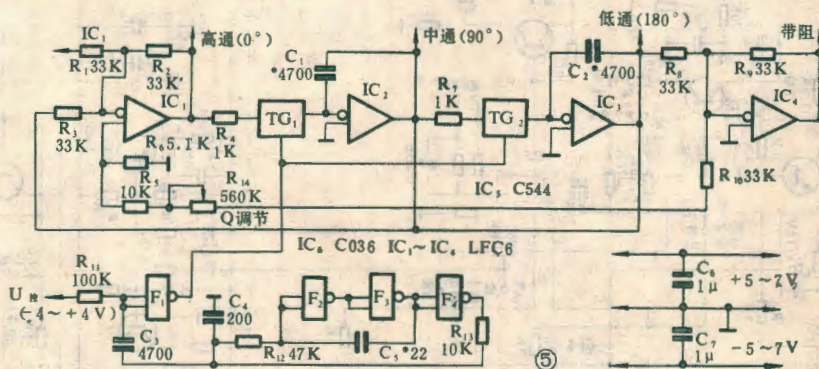
林本
编译

在前面所谈可控衰减器的基础上可以构成一个电子调谐多功能双正交滤波器(图5),这种滤波器可以用在低频频谱分析仪和电子音乐合成器中。集成电路 IC_1 、 IC_2 、 IC_3 组成两个时间常数可调的积分器,其中包含有经过求和放大器 IC_1 的反馈回路。门电路 F_{2-4} 组成离散脉冲发生器。通过门 F_1 离散脉冲的宽度取决于外加控制电压。对于整个电路来说,滤波器的调谐频率可表示为 $f_T = 1/2\pi f \sqrt{C_1 C_2 R_4 R_5}$ 。对于图5中的参数、当控制电压变化范围为 $+4 \sim -4V$ 时,调谐频率变化范围为 $100Hz \sim 20KHz$ 。在输出端“高通”处,幅频特性对应高通滤波器的曲线,在输出端“带通”处,则对应窄带谐振回路的幅频特性曲线,在输出端“低通”处,对应于低通滤波器的幅频曲线。在第一种情况下,输出信号和输入信号同相位,第二种情况下则有 90° 相移,第三种情况则有 180° 相移。除此之外,运放 IC_4 的输出端处,对应窄带阻滤波器的幅频特性曲线。滤波器的Q值可以通过可变电阻 R_{14} 在 $0 \sim \infty$ 的范围内调节。当 R_{14} 动端处于右端时,Q值为0,这时滤波器电路的幅频曲线是一条水平直线,当 R_{14} 动端处于左端时,Q值可达 ∞ ,此时将在调谐频率上产生自激。当对频率进行调节时(即改变控制电压值时),对电路Q值并无影响。调谐频率与控制电压间的关系在整个频率范围内基本上是线性的(非线性不超过 $5 \sim 10\%$),这主要取决于可调脉宽脉冲形成电路的结构。

前面所给的几个例子中都采用的是调宽型电子开关电路。在这种电路中为消除输入信号离散化后产生的高频成分,只需对输出信号进行低通滤波即可。因为离散化频率比被处理信号频率高的多,所以低通滤波器可以采用较简单的电路。当信号的频谱范围与被调参数无关时(例如音量调节器),应当采用调宽型电子开关电路。

但在有些情况下原始信号的谱宽被压缩(例如低通滤波器),这时选择离散化频率时,就不一定要从整个音频范围出发,而只需保证被压缩的频带即可。调频型电子开关电路(图1(b))这时是适用的。

图6和图7给出了



平指示电路,用来指示录音电平和放音电平。

为了获得较大的录音动态范围,本机不设专门的自动电平控制(ALC)电路,录音电平的控制通过手动调整同轴电位器 W_3 来实现。

元件选择

前置放大级电阻最好选用金属膜电阻,以减少电路的热噪声。均衡部分的阻容件要求误差小、稳定性好,耦合电容宜用钽电容。

BG_1 、 BG_2 的 $\beta > 200$, $BG_3 \sim BG_6$ 的 $\beta > 100$, BG_9 、 BG_{10} 的 $\beta > 50$ 。

L_2 用市售 $10KF362$ 型阻波线圈, L_3 用市售 $10KF$

360型超音频振荡线圈。

音量电位器 W_1 用指数型(Z),音调电位器 W_2 、 W_3 用对数型(D),平衡电位器 W_4 用线性型(X),手动录音电平控制电位器 W_5 也用指数型。

电平表 M_1 、 M_2 选用满度电流为 $250\mu A$ 左右、内阻 600Ω 的即可。

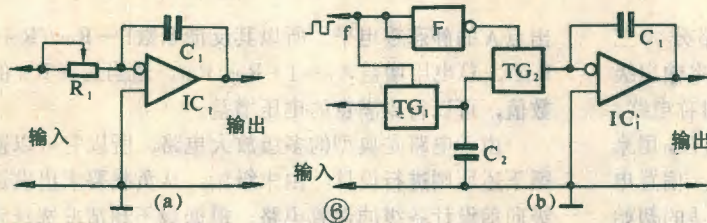
本机电源变压器采用截面尺寸为 $28 \times 30mm$ 的铁芯,初级用 $\phi 0.29mm$ 高强度漆包线绕748匝,次级分别用 $\phi 1.2mm$ 线绕59匝、 $\phi 0.41mm$ 线绕18匝。初次级间加静电屏蔽层并将其一端接地。

(未完待续)

编者附记 本文介绍的双卡机有套件供应,办法见23页。



采用调频式电子开关的实际电路。为了相互比较,同时还给出了它们的模拟电路原型。



在图6(a)所示可控积分器中的可变电阻 R_1 ,在图6(b)中被交替导通的开关电路 TG_1 和 TG_2 以及电容 C_2 所代替。这是一个一阶低通滤波器电路,幅频曲线下降斜率为6dB/倍频程。积分器的时间常数可以表为 $\tau = C_1 / C_2 f$ 。

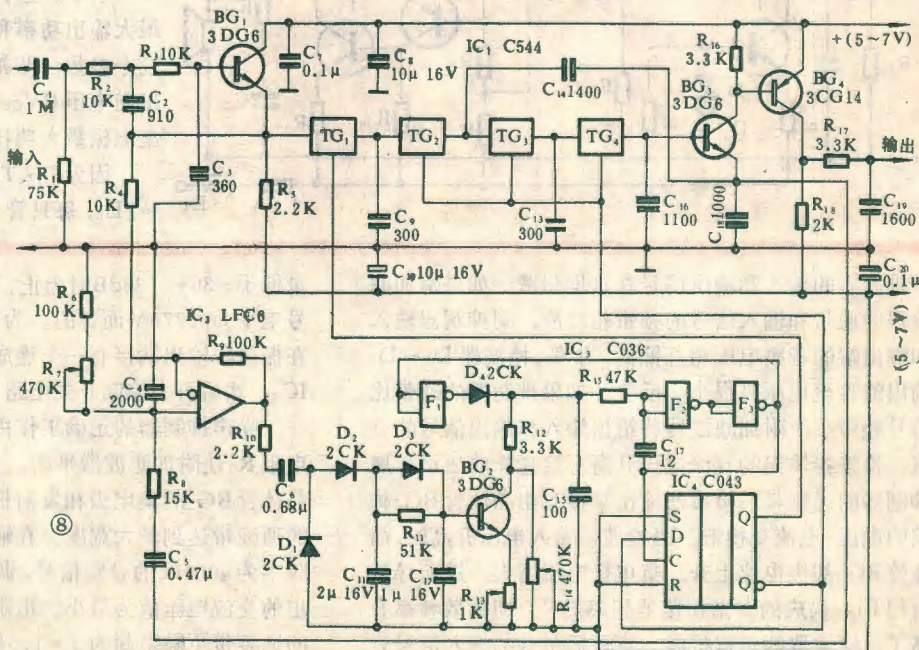
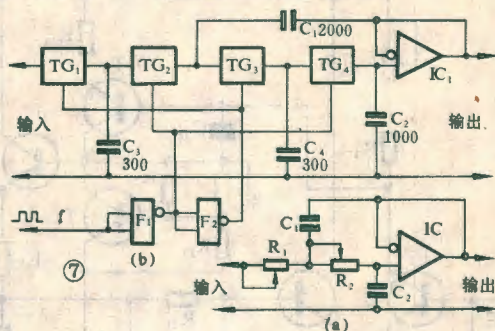
用两个这样的积分器也可以构成如图5所示的多功能滤波器。不过这时的调谐频率不是与脉宽成正比,而是与离散频率成正比,可表示为 $f_T = C_2 f / 2\pi C_{10}$ 。

图7是采用调频电子开关的有源低通滤波器电路。图7(b)中的开关电路 TG_1 、 TG_2 和 TG_3 、 TG_4 及电容 C_3 、 C_4 取代了图7(a)电路中的可变电阻 R 。门电路 F_1 和 F_2 分别用作离散脉冲的缓冲器和倒相器。该电路的截止频率正比于离散频率,对于图中所示的元件参数,截止频率将为0.05f,至于其它参数可以和电路原型(图7(a))一样来确定。

由于离散频率比脉宽更容易在大范围内精确调节,所以采用调频电子开关方式,其参数调节范围可以比调宽式宽得多。例如,利用图7(b)所示电路不难构成一个截止频率调谐范围为1Hz~20KHz的滤波器。不过,这时的运放 IC_1 应采用高阻输入型的,如5G28, LFC6等。至于控制开关电路的方波脉冲发生器可以采用任何方式的,只要求其输出电位能适合CMOS电路的逻辑电平。

最后再介绍一个动态噪声抑制电路

(图8)。电路中采用了调频式电子开关,它构成的低通滤波器,当信号电平达1~2V时,被调滤波器的幅频曲线仍有很高的线性度。输入信号经过由模拟开关 IC_1 构成的低通滤波器和晶体管 BG_3 、 BG_4 构成的跟随器,这个滤波器的截止频率可以通过改变离散频率在1~20KHz的范围内调节。而截止频率的调节是通过控制电路与输入信号联系在一起的。当输入音频信号中的高频分量幅值超过额定值-36dB时,滤波器的带宽开始自动扩展,直到使音频信号的全频带都能顺利通过。也就是说,对于小信号高频成分被大量衰减,因为这时相对噪声电平较高,而噪声的频谱成分主要集中在高频,因而达到了抑制噪声的目的。为此,在控制电路中设置了一个附加滤波器,它由运放 IC_2 构成,噪



OCL功率放大器设计的基本方法 (3)

—OCL主放大器的设计 焦宝文 侯葆芳

本OCL主放大器电路如图所示。该电路分为三部分,即功率输出级、推动级和输入级。功率输出级由 T_{10} 、 T_{12} 、 T_{11} 、 T_{13} 组成的复合管准互补对称电路,以得到较大的输出功率。电阻 R_{31} 、 R_{32} 、 R_{27} 、 R_{30} 用来减小复合管的穿透电流,增加电路的稳定性。偏置电路用 T_9 组成恒压电路,保证功率输出管有合适的初始电流,以克服交越失真。推动级采用 T_8 组成的普通共射放大电路。为了扩大输出管的动态范围,本级加了自举电容 C_{19} ,在信号负半周内,通过 C_{19} 反馈,可为 T_{11} 提供足够的基流,保证 T_{11} 、 T_{13} 充分导通。输入级是由 T_5 、 T_6 、 T_7 组成的带恒流源的差分放大电路,减小了直流漂移。由于引入深度直流负反馈,进一步稳定了输

出点A的静态零电平。所以其反馈系数 $F \approx R_{21}/(R_{21} + R_{22})$,总电压增益 $A_{vf} \approx 1 + R_{22}/R_{21}$,适当选择 R_{21} 的数值,可以得到满意的电压增益。

由于电路是典型的多级放大电路,所以它可以遵循下述原则进行设计:由末级始,从负载要求出发逐级向前设计各级的偏置电路;根据最不利情况选择元器件参数;由电压增益确定负反馈电路;由频响确定耦合和旁路电容值。

设计方法和步骤

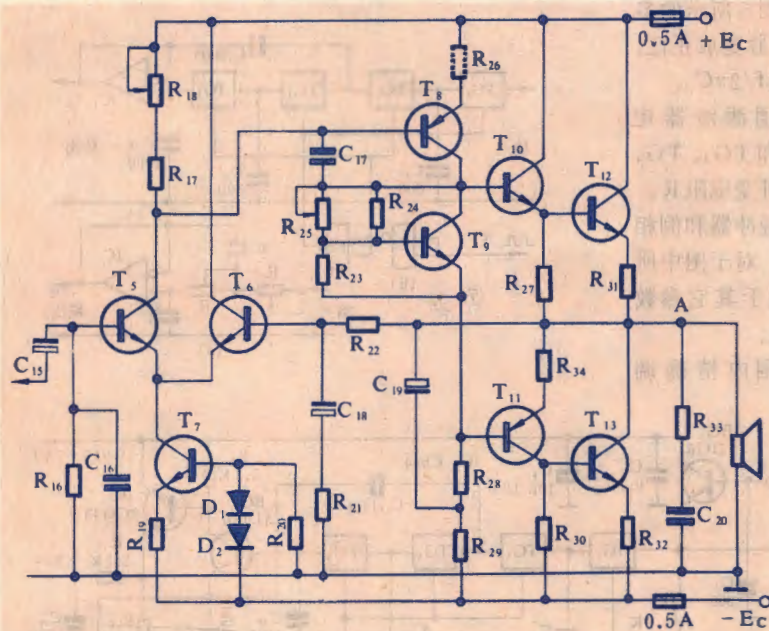
1. 确定电源电压 为了保证电路安全可靠地工作,通常使电路的最大输出功率 P_{om} 比额定输出功率 P_o 要大一些,一般取 $P_{om} \approx (1.5 \sim 2)P_o$,然后根据 P_{om} 和负载阻抗 R_L 计算最大输出电压 $V_{om} = \sqrt{2P_{om}R_L}$ 。

考虑到 T_{12} 、 T_{13} 在输出电压最大值时已经接近饱和及发射极电阻 R_{31} 、 R_{32} 上的电压降等因素,选择的电源电压 E_c 值必须大于 V_{om} 。它们的关系为: $V_{om} = \eta E_c$,即 $E_c = \frac{1}{\eta} V_{om} = \frac{1}{\eta} \sqrt{2P_{om}R_L}$,式中 η 为电源利用率,一般取 $\eta = 0.6 \sim 0.8$ 。

2. 估算功率输出级

(1) 选择大功率管 T_{12} 、 T_{13} 。根据最大输出功率和电源电压 E_c ,主要考虑三个参数,即晶体管c-e结承受的最大反向电压 BV_{CEO} ,集电极最大电流 I_{CM} 和集电极最大功耗 P_{CM} 。

因为 T_{12} 、 T_{13} 承受的最大反压 $V_{CEmax} \approx 2E_c$,每只管子最大集电极电流(忽略



声抑制器的输入和输出信号在这里相减。如果附加滤波器的通带和输入信号的频带相对应,则抑制器输入和输出端的音频电压相互抵消,于是,检波器 $D_1 \sim D_3$ 输出的直流电压将很小。反之,如果抑制器的通带比信号频带窄,附加滤波器将给出输入和输出信号的差值,检波器输出的直流电压升高。这意味着应该扩展抑制器的通频带。检波器输出端接有由晶体管 BG_2 构成的电压-电流变换器。当检波器输入电压升高时,晶体管 BG_2 基极电位上升,集电极电流增大,进而导致由门 $F_{1 \sim 3}$ 构成的多谐振荡器频率提高,即离散频率升高了,滤波器的带宽扩展,直至通带外的输入信号分

量低于 $-36 \sim -30$ dB时为止。当然,这是对额定输入信号电平为 $0.775V$ 而言的。为了得到对称的离散脉冲,在振荡器输出端接有一个连成二分频电路的D触发器 IC_4 ,然后再去控制开关电路 IC_1 。

噪声抑制器的正确工作由三个可调电阻来保证。电阻 R_7 使附加滤波器平衡。为了达到这个目的,应将晶体管 BG_2 的集电极和发射极接在一起,这时抑制器的通频带达到最大宽度。在输入端加上电压为 $0.1V$,频率为 $400Hz$ 的音频信号,调节电阻 R_7 使运放 IC_2 输出的交流电压值为最小。电阻 R_{14} 的作用是把抑制器的通频带下限限制为 $1 \sim 1.5KHz$ (如果没有 R_{14} ,通



管压降) $I_{c12max} \approx E_c / (R_L + R_{31})$; 单管最大集电极功耗 $P_{c12max} \approx 0.2P_{om} + I_{c0}E_c$ (乙类电路管耗最大值 P_{CM} 发生在最大输出功率的 0.4 倍时, 两个管耗的最大值为 $0.4P_{om}$, 则单管管耗为 $0.2P_{om}$)。所以选择 T_{12} 、 T_{13} 时其极限参数应满足: $BV_{CBO} > V_{CEmax}$; $I_{CM} > I_{c12max}$; $P_{CM} > P_{c12max}$ 。并使两管 $\beta_{12} \approx \beta_{13}$, 参数尽量对称。还要根据环境温度采取必要的散热措施。

(2) 选择 T_{10} 、 T_{11} 估算 R_{27} 、 R_{30} 和 R_{34} 。确定 R_{27} 、 R_{30} 的原则是: 应使 T_{10} 、 T_{11} 的输出电流大部分能注入 T_{12} 、 T_{13} 的基极。因为 T_{12} 、 T_{13} 参数对称, 所以基极回路的输入电阻 $r_{i12} = r_{i13}$, 通常取 $R_{27} = R_{30} = (5 \sim 10)r_{i12}$ 。

其中 $r_{i12} = r_{be12} + (1 + \beta_{12})R_{31}$; $r_{i13} = r_{be13} + (1 + \beta_{13})R_{32}$, 大功率管 r_{be12} 、 r_{be13} 一般为 10Ω 左右。

R_{34} 为平衡电阻。因为 T_{10} 和 T_{11} 分别为 NPN 与 PNP 两种管型, 电路接法也不相同, 所以两管输入阻抗也不相等, 会使加在两管基极的输入信号不对称, 产生失真。为此, 需加平衡电阻 R_{34} , 以尽量保证两复合管输入电阻相等, 一般要求: $R_{34} = R_{27} // r_{i12}$ 。

因为 T_{10} 、 T_{11} 分别与 T_{12} 、 T_{13} 复合, 它们承受的最大反压相同, 均为 $2E_c$ 。而在计算集电极最大电流和最大管耗时, 还要考虑到 R_{27} 、 R_{30} 的分流作用和晶体管内部造成的损耗。所以在工程计算中可近似认为:

$$I_{c10max} = I_{c11max} \approx (1.1 \sim 1.5) I_{c12max} / \beta_{12}$$

$$P_{c10max} = P_{c11max} \approx (1.1 \sim 1.5) P_{c12max} / \beta_{12}$$

因此, T_{10} 、 T_{11} 的极限参数选择原则是:

$$BV_{CBO} > 2E_c$$

$$I_{CM} > (1.1 \sim 1.5) I_{c12max} / \beta_{12}$$

$$P_{CM} > (1.1 \sim 1.5) P_{c12max} / \beta_{12}$$

T_{10} 为 NPN 管, T_{12} 为 PNP 管, 并使 $\beta_{10} \approx \beta_{11}$ 。

(3) 计算偏置电路, 确定 R_{23} 、 R_{24} 、 R_{25} 并选择 T_9 。 R_{23} 、 R_{24} 、 R_{25} 与 T_9 组成了功率输出级的偏置电路, 通常称为“ V_{BE} 扩大电路”。它利用 T_9 管的 V_{BE} 基本上为一固定值 (硅管为 $0.7V$ 左右) 的现象, 当电阻 R_{23} 和

$R_{24} // R_{25}$ 跨接在它的三个电极时, 只要流过电阻的电流远大于基极电流 I_{B9} , 我们就可以利用这两个电阻的阻值比来得到某一个近似固定的偏压。因为 V_{B10} 、 V_{B11} 分别为 T_{10} 、 T_{11} 的基极电位, 又 $V_{BE10} = V_{BE12} \approx |V_{BE11}| \approx 0.7V$, 则 $V_{B10} - V_{B11} \approx 2.1V$, 故

$$V_{CE9} = V_{B10} - V_{B11} \approx V_{BE9} \cdot \frac{R_{24} // R_{25} + R_{23}}{R_{23}}$$

设 $V_{BE9} = 0.7V$, 可得 $R_{24} // R_{25} = 2R_{23}$, 而 $R_{23} \approx V_{BE9} / I_{R23}$ (取 $I_{R23} > (5 \sim 10) I_{CQ9} / \beta_9$, 以保证 T_9 基极电位稳定)。为了便于调节偏置电压的数值, 取 R_{24} 为一固定电阻, R_{25} 为一可调电阻。对于 T_9 的要求不高, 一般 NPN 硅管即可。

3. 估算推动级电路

(1) 确定 T_8 的工作电流。推动级要有足够的电流输出供给功率输出级。为了保证信号不失真, T_8 必须工作在甲类放大状态, 通常要求: $I_{CQ8} \geq 3I_{B10max} \approx 3I_{c10max} / \beta_{10}$, 一般取 $I_{CQ8} \approx 2 \sim 10mA$ 。

(2) 确定 R_{28} 、 R_{29} 。因为 $(R_{28} + R_{29})$ 是 T_8 的直流负载, 而 $V_{B11} \approx -0.7V$, 所以 $R_{28} + R_{29} = (E_c - |V_{B11}|) / I_{CQ8}$ 。从交流通路看, R_{29} 实际与负载 R_L 并联, 其阻值太小会损耗信号输出功率, 太大又必然使 R_{28} 减小, 而 R_{28} 为共射电路有效负载, 其值太小将会使推动级的增益下降, 因此一般取: $(R_{28} + R_{29}) / 3 \geq R_{29} > 20R_L$ 。确定了 R_{29} , 就可求出 R_{28} 。

(3) 确定 C_{19} 。为了在最低工作频率时其容抗远小于 R_{29} , 一般取 $C_{19} \approx (3 \sim 10) / (2\pi f_L R_{29})$, f_L 为下限频率。

(4) 选择 T_8 管。因 T_8 工作在甲类放大状态, 一般要求: $BV_{CBO} > V_{CEBmax} = 2E_c$ (最大反向电压); $P_{CM} \gg E_c I_{CQ8}$ (一般取 $5E_c \cdot I_{CQ8}$)。

4. 估算输入级电路

(1) 确定差分管工作电流。因为差分管 T_5 、 T_6 的集电极电流太大, 会增加管耗和噪声, 使失调电压

频带下限可达 $50Hz$, 当然这是不应当发生的)。用电阻 R_{13} 调节截止频率反馈的深度, 即输入信号高频成分对截止频率影响的程度。其最佳位置应根据不同听音者的爱好而定。经过这些调整之后, 在抑制器正常工作时离散频率约为 $50 \sim 800KHz$ 。

需要指出的是, 这种采用电子开关的滤波器和一般的模拟滤波器不同, 它存在一系列所谓“透明窗口”, 凡是离散频率整数倍附近的信号都能不衰减地通过。为了消除这种情况, 在抑制器输入端可接入一个截止频率为 $20KHz$ 的低通滤波器。在图 8 中这个滤波器由晶体管 BG_1 构成。由于音频信号频率上限不会

超过 $20KHz$, 而离散频率不会低于 $50KHz$, 所以“透明窗口”消除了。当然, 如果输入信号不可能包含高于离散频率的成分, 这个输入滤波器可以不用。

为了直观地了解这种动态滤波器的通频带情况, 可以接入一个通频带指示器。显示器可用十只发光二极管组成, 用一块十进制计数脉冲分配器来驱动它们。 $C187$ 的时钟端与 D 触发器 IC_4 的一个输出端相接, 置零端的脉冲频率应取最小离散频率值, 例如 $50KHz$, 这可由一块 CMOS 门电路构成的振荡器来产生。这时发光二极管显示的数字就可以直接表示出滤波器的带宽。



和漂移增大; 太小又会降低电路的开环增益, 所以一般选择: $I_{C5} \approx I_{C6} \approx (0.5 \sim 2) \text{mA}$; 则 $I_{C7} = I_{C5} + I_{C6}$ 。

(2) 确定 R_{17} 、 R_{18} 、 R_{19} 、 R_{20} 。 $R_{17} + R_{18} = V_{BE8}/I_{C5}$ (若不加 R_{23} $V_{BE8} \approx 0.7 \text{V}$)。 T_7 为恒流源, 为使其工作点稳定应使流过 D_1 、 D_2 的电流 $I_D \gg I_{B7}$ ($I_{B7} = I_{C7}/\beta_7$), 又由于利用 D_1 、 D_2 正向导通时的稳压特性来稳定 Q 点。实验表明, 要使 2CP 型二极管有较好的稳定效果, I_D 需在 3mA 以上, 因此一般取 $I_D > 3 \text{mA}$, 由图 1 可直接求出: $R_{20} = [I_{C7} - (V_{D1} + V_{D2})]/I_D$ (其中 $V_{D1} = V_{D2} \approx 0.7 \text{V}$)。 $R_{19} = (V_{D1} + V_{D2} - V_{BE7})/I_{C7}$ 。

(3) 选择 T_5 、 T_6 、 T_7 管。为了使差分放大电路能稳定可靠地工作, 要求 T_5 、 T_6 满足: $BV_{CEO} > 1.2E_c$; $P_{CM} > 5P_c = 5(I_{C5} \cdot E_c)$, 并使 $\beta_5 = \beta_6$ 。 T_7 亦可选同类的晶体管。

5. 计算反馈支路

差放大器电路引入了电压串联负反馈, 使输入级的输入电阻提高, 因此基极电阻 R_{16} 对该级输入阻抗影响很大, 一般取 $R_{16} = 15 \sim 47 \text{K}\Omega$ 。为了保证直流平衡, 选 $R_{16} = R_{22}$ 。又因为功率放大电路的总电压增益 $A_v \approx 1 + (R_{22}/R_{21})$, 所以 $R_{21} = R_{22}/(A_v - 1)$ 。另外, C_{18} 应保证在低频截止频率时, 其容抗远小于 R_{21} , 一般取 $C_{18} > (3 \sim 10)1/(2\pi f_L R_{21})$ 。耦合电容 C_{15} 一般取 $C_{15} > (3 \sim 10)1/(2\pi f_L R_{16})$ 。

6. 补偿元件的选取

为了使负载在高频时仍为纯电阻, 需加补偿电阻 R_{33} 和补偿电容 C_{20} 。一般取 $R_{33} = R_L$, $C_{20} = 1/(2\pi f_H R_{33})$ (f_H 为放大器上限频率)。此外, 为了消除高频自激, 通常在 T_8 的 bc 之间, R_{16} 两端加消振电容, 一般取 $100 \sim 200 \text{pF}$ 。

设计举例

已知: 要求最大输出功率 $P_{om} > 8 \text{W}$; 负载阻抗 $R_L = 8\Omega$; 电压放大倍数 $A_v = 32$; 失真度 $\gamma < 3\%$ 。现计算如下:

1. 选择图 1 所示电路。

2. 确定电源电压。 $E_c = 1/(\eta \sqrt{2P_{om} R_L}) \approx 14 \text{V}$ (取 $\eta = 0.8$), 选定电源电压为 $\pm 15 \text{V}$ 。

3. 选 T_{12} 、 T_{13} 。要求 $BV_{CEO} > 2E_c = 30 \text{V}$; $I_{CM} > I_{C12max} \approx E_c/(R_L + R_{31}) \approx E_c/R_L \approx 1.88 \text{A}$; $P_{CM} > P_{C12max} \approx 0.2P_{om} + E_c \cdot I_o$, 取功率管静态电流 $I_o = 20 \text{mA}$, 则 $P_{CM} > 1.9 \text{W}$ 。

按以上参数选得 3DD57A, 测得 $\beta_{12} = \beta_{13} = 60$ 。

4. 选择 T_{10} 、 T_{11} 估算 R_{31} 、 R_{32} 、 R_{27} 、 R_{30} 、 R_{34} 。

(1) 要求 T_{10} 、 T_{11} 管 $BV_{CEO} > 2E_c = 30 \text{V}$; $I_{CM} > 1.5I_{C12max}/\beta_{12} \approx 47 \text{mA}$; $P_{CM} > 1.5P_{C12max}/\beta_{12} \approx 48 \text{mW}$ 。选 T_{10} 为 3DK4, T_{11} 为 3CG22C, 测得 $\beta_{10} = \beta_{11} = 60$ 。

(2) 据 $R_{31} = R_{32} = (0.05 \sim 0.1)R_L$, 选 $R_{31} = R_{32} = 0.5\Omega$ 电阻, 可用电阻丝绕制, 功率大于 1W 。因为 $r_{i12} = r_{be12} + (1 + \beta_{12})R_{31} = 40.5\Omega$, 所以 $R_{27} = R_{30} = 5r_{i12} = 202.5\Omega$, 取 $R_{27} = R_{30} = 220\Omega$ 。因 $R_{34} = R_{27}/r_{i12} \approx 34\Omega$, 所以取 R_{34} 为 30Ω 。

5. 估算推动级电路。

(1) 取 $I_{CQ8} = 3I_{C10max}/\beta_{10} = 3 \times 47/60 \approx 2.4 \text{mA}$ 。

(2) 估算 T_9 偏置电路。选取 T_9 为 3DG6A, 测得 $\beta_9 = 20$, 取 $I_{R33} = 1 \text{mA}$ (此时 $I_{R33} \gg I_{CQ9}/\beta_9$, 保证了 T_9 基极电位稳定), 则 $R_{23} \approx V_{BE9}/I_{R33} \approx 0.7 \text{V}/1 \text{mA} = 700\Omega$, 取 $R_{23} = 680\Omega$ 。又 $R_{24}/R_{25} = 2R_{23} = 1.36 \text{K}\Omega$, 取 $R_{24} = 2.7 \text{K}\Omega$ 固定电阻, R_{25} 为 $2.7 \text{K}\Omega$ 半可调电阻。

(3) 估算 R_{28} 、 R_{29} 。因为 $R_{28} + R_{29} \approx (E_c - |V_{BE11}|)/I_{CQ8} \approx (15 - 0.7)/2.4 \approx 5.96 \text{K}\Omega$, 又要求 $2 \text{K}\Omega > R_{29} > 160\Omega$, 所以取 $R_{29} = 1 \text{K}\Omega$, $R_{28} = 4.7 \text{K}\Omega$ (注: R_{28} 为共射电路交流有效负载, 其值太小会使推动级的增益下降, 从而使最大输出功率减小。因此, 若输出功率达不到技术指标, 可适当增大 R_{28} 的取值)。

(4) 选 T_8 管。要求 $P_{CM} > 5E_c I_{CQ8} = 180 \text{mW}$; $BV_{CEO} > 2E_c = 30 \text{V}$, 选择 3CG 型管即可满足要求。

6. 自举电容 $C_{19} > 10/(2\pi f_L R_{29}) = 32 \mu\text{F}$ (取 $47 \mu\text{F}$)

7. 估算输入级。

(1) 取差分管工作电流 $I_{C5} = I_{C6} = 0.8 \text{mA}$, 则 $I_{C7} = 2 \times I_{C5} = 1.6 \text{mA}$ 。

(2) 估算 R_{17} 、 R_{18} 、 R_{19} 、 R_{20} 。一般取 $R_{17} + R_{18} = |V_{BE8}|/I_{C5} = 875\Omega$ (取 $R_{17} = 470\Omega$, R_{18} 可用 $1 \text{K}\Omega$ 可调电位器, 调节时应使 R_{18} 由小向大)。另外, 为了防止在调节 R_{18} 时 T_8 电流过大烧毁晶体管, 可以在 T_8 射极串一电阻 R_{26} , 此时推动级稳定性提高了, 但增益会有下降。接入 R_{26} 后, 应用下式计算:

$$R_{17} + R_{18} = |V_{BE8}| + I_{E8} \cdot R_{26}/I_{C5}$$

$$R_{19} = [(V_{D1} + V_{D2}) - V_{BE7}]/I_{C7} = 440\Omega \text{ (取 } 470\Omega \text{)}$$

$$R_{20} = [E_c - (V_{D1} + V_{D2})]/I_D = [15 - (0.7 + 0.7)]/3.12 = 4.36 \text{K}\Omega \text{ (取 } 4.3 \text{K}\Omega \text{)}$$

(3) 选择 T_5 、 T_6 和 T_7 管。要求 T_5 、 T_6 满足 $BV_{CEO} > 1.2E_c = 18 \text{V}$, $P_{CM} > 5P_{C5} = 5P_{C6} = 5E_c \cdot I_{C5} = 60 \text{mW}$; $\beta_5 = \beta_6 > 50$, 且反向电流小。例如, 选择 3DG 型管。 T_7 亦可选用同类型管。

8. 计算反馈支路。取 $R_{16} = R_{22} = 47 \text{K}\Omega$ 。因为 $A_v = 32$, 所以 $R_{21} = R_{22}/(A_v - 1) \approx 1.5 \text{K}\Omega$ (取 $1.5 \text{K}\Omega$)。 $C_{18} > 10/(2\pi f_L R_{21}) \approx 33 \mu\text{F}$ (取 $f_L = 20 \text{Hz}$, $C_{18} = 47 \mu\text{F}$); $C_{15} > 10/(2\pi f_L R_{16}) \approx 1.7 \mu\text{F}$ (取 $C_{15} = 10 \mu\text{F}$)。

9. 计算补偿元件。取 $R_{33} = 20\Omega$; $C_{20} = 1/(2\pi f_H R_{33}) \approx 0.4 \mu\text{F}$ (取 $f_H = 20 \text{KHz}$), 通常取 $C_{20} = 0.1 \mu\text{F}$ 即可, $C_{16} = C_{17} = 100 \text{pF}$ 。



邮 购 消 息

▲陕西省三原县城关镇东光电器厂按《双卡10W×2立体声录音机的制作与调试》一文规格配套供应：①录放板全套散件（包括3块IC、5只电位器、录放开关、3块印制板及其它元器件），每套56元，邮费2元；安装调试好的成品加10元。②电平表2只、20W配用电源变压器、BA536用散热器，每套22元，邮费2元。③NTP48前按式级开门录音机芯芯，带计数器，具有速听、复听功能，每2套120元，邮费6元。④机壳，包括注塑前面板、木制中框（490×140×250mm）、后盖板、装饰件、紧固件，每套35元，邮寄包装费10元。⑤购买①~④项全套散件，每套232元，邮寄包装费13元。欲购③~④项者，请先向该厂索取供应证，再按规定日期汇款邮购。收款40天内发货。

▲北京广外青年湖南口菜户营甲1号京丰印刷电路板厂供应《用CMOS制作的水位计》一文中的全套散件（包括电子元器件，印刷电路板和磁带盒），邮购价14元，收款30天内发货。

▲天津市第五半导体器件厂按本刊7期《最佳立体声模拟合成器的制作》一文中BTL功放级规格要求配套供应：①17页图7印制板及全部板上元器件（无散热器），每套邮购价18元，装调好的成品（带散热器）邮购价18元。②16页图6全部二、三极管，每套邮购价11.40元。收款30天内发货。

▲沈阳黎明配件总厂无线电厂供应：①组装调试好的超音频振荡器成品板（50×60mm），专为制作交流偏磁单、双声道录放板设计（附说明），邮购价6.5元。②组装调试好的交流偏磁交流抹音单声道录放板成品（100×82mm），装有27脚自动复位录放开关（附说明），邮购价9.9元。

▲浙江温州市电视机配件厂继续供应14"全塑壳黑白电视机套件，具体办法见本刊1984年1期23页和1983年5期7页邮购消息。

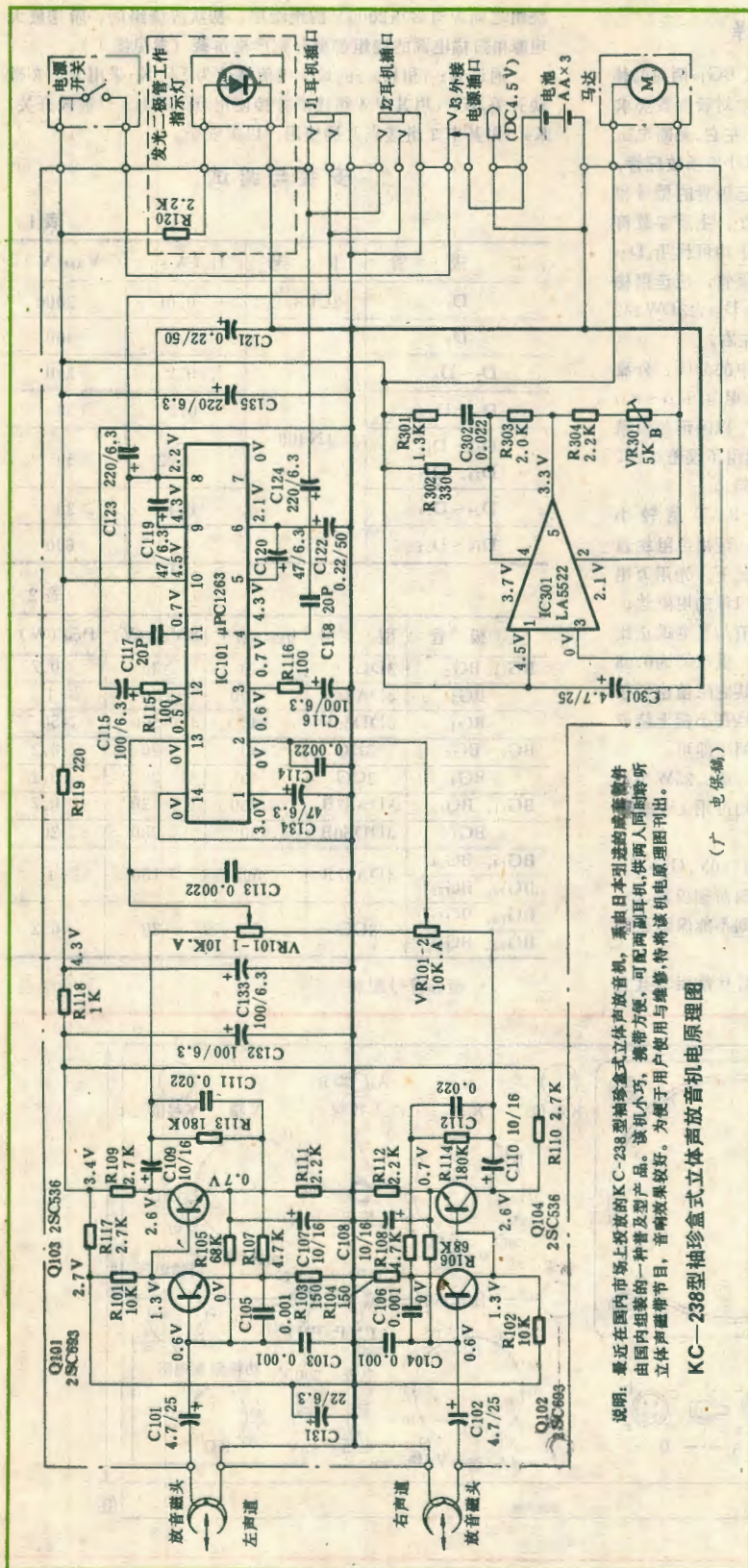
▲湖北省武昌解放路418号服务部继续供应去年12期15页邮购消息所刊产品。

▲河南省安阳市东郊无线电服务部供应AB双份粘合剂（附使用说明），每两组邮购价1.50元。该粘合剂采用进口环氧树脂和多种化学原料配制而成，可粘接各种金属、塑料、玻璃材料及磁棒、扬声器部件、高压包等电子元件。收款30天内发货。

说明：最近在国内市场上投放的KC-238型袖珍盒式立体声收音机，系由日本引进的成熟数件，由国内组装的一种普及型产品。该机小巧，携带方便，可配两副耳机，供两人同时聆听立体声磁带节目，音响效果较好。为便于用户使用与维修，特将该机电原理图刊出。

KC-238型袖珍盒式立体声收音机电原理图

（广 电 保 编）



元件选择

BG₂₄、BG₂₅和BG₁₈、BG₁₉两对晶体管均采用3DJ型场效应管，对管参数要求一致，饱和漏电流在5mA左右，夹断电压 $V_p < -2.5V$ 。BG₁₀也用3DJ型场效应管，要求同上。所用二极管和三极管的型号和参数要求分别见表1和表2，主要参数符合表中要求的其它型号管子均可代用。D₂₉和D₃₀为2CW5型稳压二极管，应选用稳压值为12.7V的较为合适。D₃₁为2DW232型稳压管，稳压值为6V左右。

X轴和Y轴选择电路中的分压、分流电阻及阶梯选择电路中的电阻R₂₄~R₃₄的阻值要尽可能精选准确，以保证测量精度。笔者在安装样机时，选用了误差 $<1\%$ 的电阻，各部分误差均 $<5\%$ 。

Y轴电路中的R₈₂~R₈₆阻值较小($<1\Omega$)，不易买到成品，可用电阻丝自绕。在没有专用电桥的情况下，先用万用表 $\times 1\Omega$ 档量取一段阻值为1 Ω 的电阻丝，用尺量出其长度，按照阻值与长度成正比的关系，截取总长的1/20，阻值即为0.05 Ω (留出两端焊接长度)，其它阻值也可按此法截取。将裁好的电阻丝在小棍上绕成线圈状，脱胎后拉开一定间距即可。

W₃、W₈和W₁₀均为0.5或0.25W小型实芯电位器，其它电位器均可用1W的碳膜电位器。

C₁的耐压值应不低于1500V，C₂~C₁₁的容量要正确，否则会影响阶梯级数，C₁₀和C₁₁的容量应相同，否则不能保证正确的级数转换。

电源变压器的示波管灯丝绕组与其它

绕组之间应有耐压2000V的绝缘层，初次级绕组间、阶梯放大电源和扫描电源的绕组都要分别严格屏蔽(参见图1)。

通过K₂₋₁和K₉₋₂的最大电流峰值为2A。K₂采用6 \times 2拨动开关，K₂₋₁用其中4组接点并接使用。K₉用4 \times 11波段开关，K₉₋₁用其中3组接点并接使用，以策安全。

安装与调试

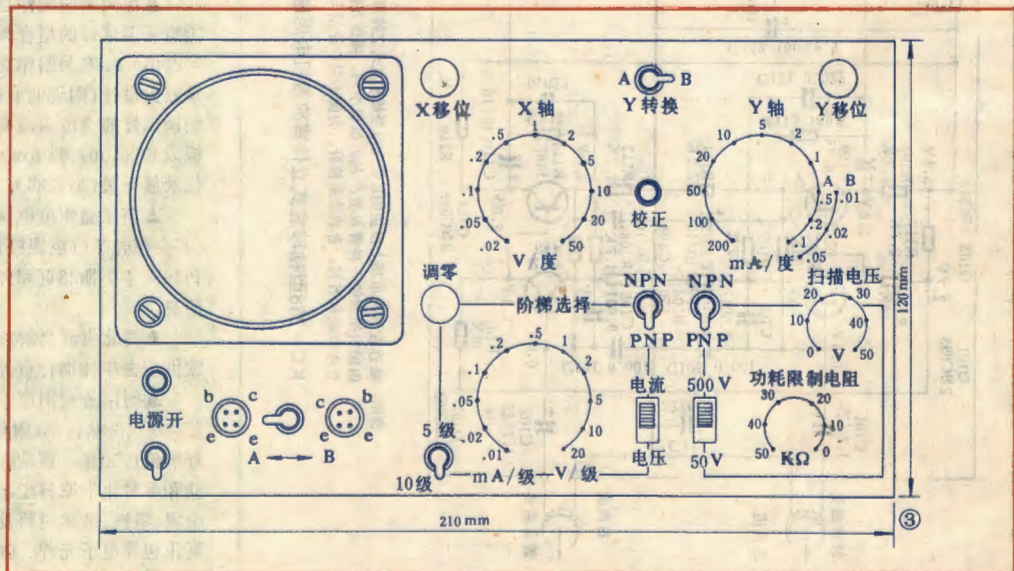
表1

二极管	型号	I _F (A)	V _{RM} (V)
D ₁	2CL3/0.1	>0.01	>3000
D ₂	1N400	>0.1	>400
D ₃ ~D ₆		>0.2	>200
D ₇ ~D ₁₄		>0.2	>50
D ₁₅ ~D ₁₈ D ₂₃ , D ₂₄		>0.02	>50
D ₂₅ ~D ₂₈		>0.1	>30
D ₁₉ ~D ₂₂		>1	>600

表2

三极管	型号	h _{FE} (β)	BV _{ceo} (V)	P _{CM} (W)
BG ₁ , BG ₂	3DG12	>40	>30	>0.7
BG ₃	3DA87	>100	>60	>1
BG ₄	3DD50F	>40	>500	>50
BG ₅ ~BG ₈	3DG	>40	>20	>0.2
BG ₉	3CG	>40	>20	>0.2
BG ₁₁ , BG ₁₂	3DA87B	>100	>150	>0.7
BG ₁₃	3DD50B	>40	>200	>20
BG ₁₄ , BG ₁₅ *	3DA87B	>50	>150	>1
BG ₂₀ , BG ₂₁ *				
BG ₁₆ , BG ₁₇ *	3CG	>50	>30	>0.2
BG ₂₂ , BG ₂₃ *				

• 相邻管号配对



整机面板和内部布局分别见图3和图4。

机壳采用薄铁板制作,外形尺寸为 $230 \times 140 \times 300\text{mm}$ 。高压电容器、电源变压器固定在壳体上。大电解电容器 C_2 、 C_3 、 C_4 和大功率管 BG_4 、 BG_{13} 分别固定在中间隔板下侧。转换开关、调节电位器及测试插座都固定在前面板上。 $R_1 \sim R_3$ 、 D_{31} 、电源指示灯及被测晶体管的测试插座A、B先都安装在一小绝缘板上,再固定到前面板上。泄放电阻 R_6 直接跨接在 C_4 两端。显示电路的电阻 $R_{37} \sim R_{40}$ 直接跨接在 W_6 、 W_7 之间。 D_1 安装在变压器绝缘板上。

示波管要加装屏蔽罩以防止外磁场的干扰,屏蔽罩应用导线与电路中的“地”电位连接。示波管屏面上附设座标片,座标片刻度如图5所示,可用透明有机玻璃精心刻制。图6为本机印制电路板图。

本机最好采用分步安装、调试,全机组装完毕,各部分调试也基本完成,最后进行整机统调。这样可以避免在调试中因互相牵制而带来的困难,也可做到及时排除各部分故障。

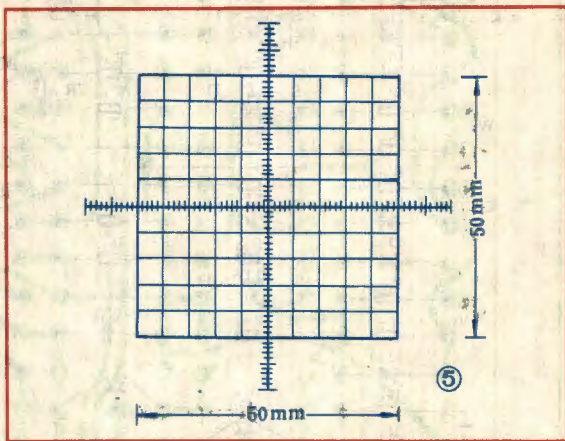
安装调试可按以下顺序进行:电源,显示电路,X和Y轴放大器,脉冲及阶梯波形成、阶梯放大,集电极扫描发生器,整机统调。

电源部分应首先调好 $\pm 12\text{V}$ 两组稳压电源。以 $+12\text{V}$ 为例,将电流表串入 D_{29} 回路中,调整 R_7 ,使通过 D_{29} 的电流为 10mA 即可。此时输出电压为 $+12\text{V}$ 左右,若偏高或偏低,均属 D_{29} 稳压值的偏差。应保证 D_{29} 和 D_{30} 的稳压值相等,即两组电源应对称。电源调好后,可接 300Ω 负载电阻进行实验,此时电压下降应不超过 0.5V 即为正常。

其它各组电源只要接线无误,即可正常工作,无须调整。

在调整示波管电路时,首先应把示波管四个偏转板(即7、8、10、11脚)连在一起,接到第二阳极(9脚)上,调节 W_7 ,使亮度适宜,再调 W_5 、 W_6 ,使聚焦最好。

X和Y轴放大器的调整是一样的。下面以X轴为例加以说明。调整顺序由前级开始,逐级进行。先将第一级 BG_{24} 的栅极电阻 R_{81} 接地,使输入端短路,再将 R_{79} 接 BG_{25} 栅极(G)的一端开路,并将第二级 BG_{22} 、 BG_{23} 的基极分别开路,接好

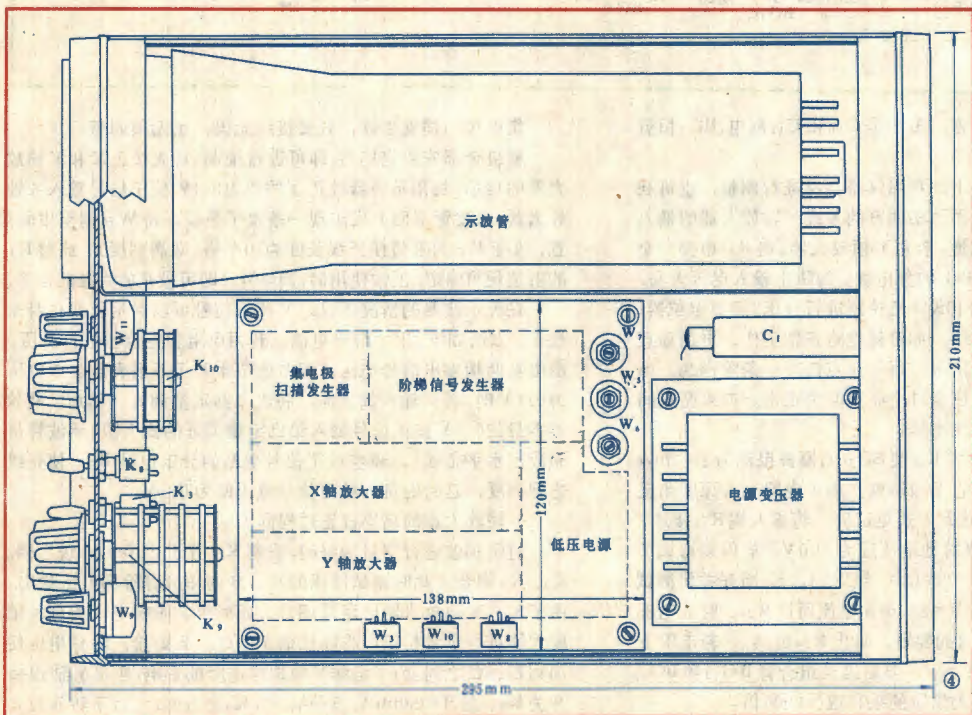


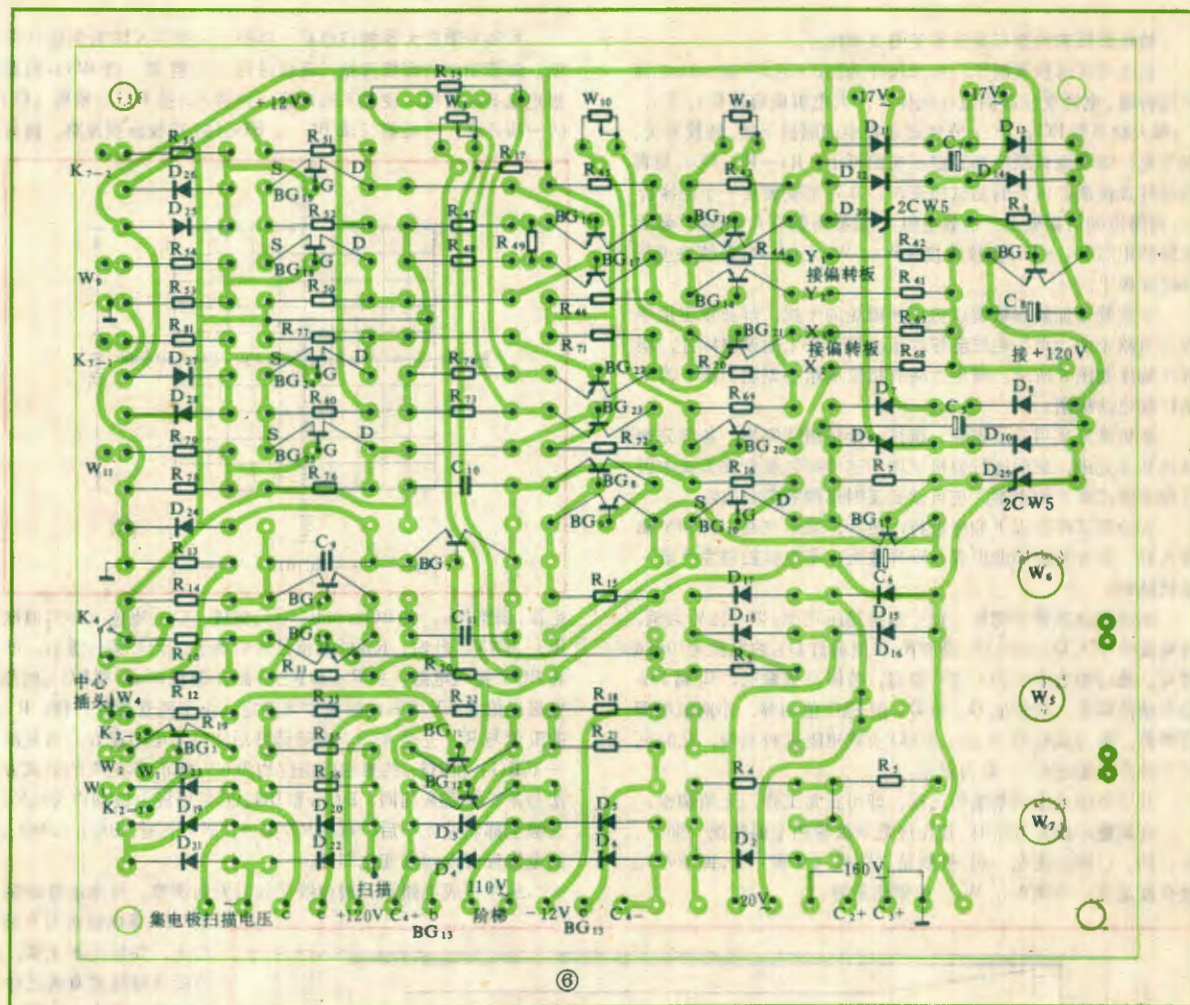
电源,调整 R_{80} ,使 BG_{24} 和 BG_{25} 的漏极(D)电位(即对地电压)为 6V 。此时, R_{80} 的阻值已最后确定。调好第一级后,可将 BG_{22} 接入电路,将 R_{75} 和 R_{73} 开路。调整 R_{74} ,使 BG_{22} 的集电极电位为 0V , R_{74} 的阻值便可确定。由于两管参数一样, R_{73} 的阻值与 R_{74} 完全相同。电阻选好后,可将电路连好,再复测一下 BG_{22} 和 BG_{23} 的集电极电位均为 0V 即可。第三级的调试方法与第二级完全相同, BG_{21} 和 BG_{20} 的集电极电位均应均为 60V 。三级全部调试完毕后,可将 R_{79} 接通,调 W_{11} 时, BG_{21} 和 BG_{20} 的电位应有大幅度变化即可。

脉冲形成电路,一般接线无误时无须调整。可用示波器观察

BG_6 集电极有无方波输出,如输出不正常,应检查接线和有关元件的质量。没有示波器时可不先不进行这一步。

阶梯波形成电路接好后,可用示波器观察 BG_7 的集电极,应有负向阶梯波输出。当 K_4 断开时,阶梯级数为5(6条阶梯线);当 K_4 闭合时,阶梯级数为10(11条阶梯线)。若两档级数都不对,可调整 R_{15} ;如只有一档级数不对,则说明 C_{10} 和 C_{11} 的容量不等,需重新选配。正常情况下,每级阶梯幅度约 1V 左右(10级/级时)。如阶梯幅度过大,级数不够,可以增大 R_{11} 的阻值,必要时调整 C_1 的容量对阶梯幅度也有显著影响。若阶梯线性





⑥

不好,调整后也得不到改善,多半是 C_{10} 和 C_{11} 漏电,BG7恒流特性差等所致。

在没有示波器的情况下,利用仪器自身进行调整,也可获得较好的效果。方法是利用已初调好的X或Y轴放大器的输入端代替示波器进行定性测量。若用Y轴放大器,将 R_{35} 串接一个 $200\text{K}\Omega$ 左右的电阻后接BG7的集电极。为防止输入电压太高,BG10的栅极对地应接一个 $10\text{K}\Omega$ 电位器进行分压。调节电位器,可获得合适的输入信号电压。如阶梯电路正常工作,屏面垂直方向上应有等间隔的亮点出现,每一亮点代表一条阶梯线。当 K_4 闭合(10级/级)时,应有11个亮点即为正常。如果亮点间距不等,说明阶梯电压线性不好。

阶梯放大器装好后,调整 R_{17} 使BG10的漏极电流为 $1\sim 2\text{mA}$ 即可。 R_{17} 阻值确定后,其它无须调整,因本电路具有深度负反馈作用,可以自动调节。这时可通电试验。将输入端 R_{16} 接地,用万用表测试BG13的射极对地电压应为 100V ,有偏差可调节 W_4 ,然后将 K_{11} 置于 R_{24} (“ $200\text{mA}/\text{级}$ ”档), K_6 断开并将测试插座的E、B短接,此时将有 200mA 电流通过 R_{24} ,射极电压应保持 100V 不变(通电时间要短,防止 R_{24} 过热)。若电压下降,说明BG13电流输出不够,主要原因是组合管BG12和BG13的放大倍数不够,两管放大倍数的乘积应为2000倍。

集电极扫描发生器,只要接线无误,也无须调整。

整机全部安装完毕后,即可进行统调。首先校正X和Y轴放大器的倍率。将用示波器校正了的机内 0.1V 校正信号输入X轴放大器,示波管屏面上应出现一条水平亮线。将 W_{10} 调至中间位置,改变 R_{37} 的阻值使亮线长度为10个格(即满刻度),此时 R_{37} 的阻值便可确定。正常使用时,调整 W_{10} 即可校正放大器的倍率。

在无示波器的情况下, 0.1V 校正信号可以利用仪器自身来校正。方法如下:用一节干电池,利用电阻和电位器进行分压,由电阻两端输出信号电压,调节电位器并用万用表监测该电压为 0.1V 时,将其输入放大器,将放大器定量调好。然后,将仪器本身的 0.1V 校正信号输入给已定量调好的放大器(示波管屏面应出水平亮线),调整校正信号电路的分压电阻 R_2 ,使亮线达到满度,这时的机内校正信号电压即为 0.1V 。

Y轴放大器的倍率校正过程同上。

对阶梯波进行定量调整时,应将 K_{11} 置于“ $10\text{mA}/\text{级}$ ”档。 K_4 、 K_6 闭合,此时测试插座的E、B两端应有阶梯电压输出。由于X、Y轴放大器已定量调好,此时可将阶梯电压加到X轴放大器进行定量校正。将测试插座的C、B短接,阶梯电压便加到E、C之间。为了消除Y轴取样电阻的影响,应将Y轴选择开关 K_{9-1} 置于“ $200\text{mA}/\text{度}$ ”档。当 K_4 闭合时,(下转5页)



电视机亮度异常故障的检修

王德源

为什么有的电视机刚开机时亮度正常,以后却渐渐变暗;而有些电视机的亮度又会随开机时间延长而逐渐增强,以致变得刺眼呢?怎样解决电视机亮度忽亮忽暗的问题,以及使用中常发生的持续几秒的亮度突增现象呢?这里以飞跃12D4、日本乐声TR-602D、友谊JD16型机为例,介绍亮度异常故障的检修。

影响亮度的几个主要因素

要使显象管荧光屏正常辉亮,必须保证给各个电极加上合适的电压。例如12D4型机(电路图见图1)采用310JHB4显象管,灯丝(3、4脚)电压应为11V,加速极及聚焦极(分别为6、7脚)对地电压应为100V,阴极与栅极(调制极)间所加电压不得超过管子截止电压(约为48~72V),第二阳极高压应为12KV。上述供电电压中,若灯丝电压变化,会引起阴极加热温度的改变,使阴极发射电子的能力(数量)相应变化,导致屏幕亮度的变化。同样,加速极和阴栅极间电压的变化也将影响通过它们而飞向屏幕的电子数量,从而使亮度发生变化。倘若第二阳极电压变化,那么轰击荧光粉的电子束能量将发生变化,使得亮度减弱或增强。由此可见,显象管工作电压的相对稳定(阴栅极间调制电压的正常变化除外)是保证荧光屏亮度稳定不变的重要条件。

由于一般电视机显象管电路都较简单,而且电路大同小异,因此检修起来并不很难。但显象管的阴栅极间不仅加有产生辉光所必需的直流电压,而且还存在视频调制电压和消隐脉冲等;显象管加速极和第二阳极工作电压都取自易产生故障的行输出级;还有显象管本身以及消亮点电路的问题,由于这些原因而引起亮度异常变化,其故障部位及元件是较难查找的。

下面就以12D4型机为例,介绍查找顺序和检修方法。

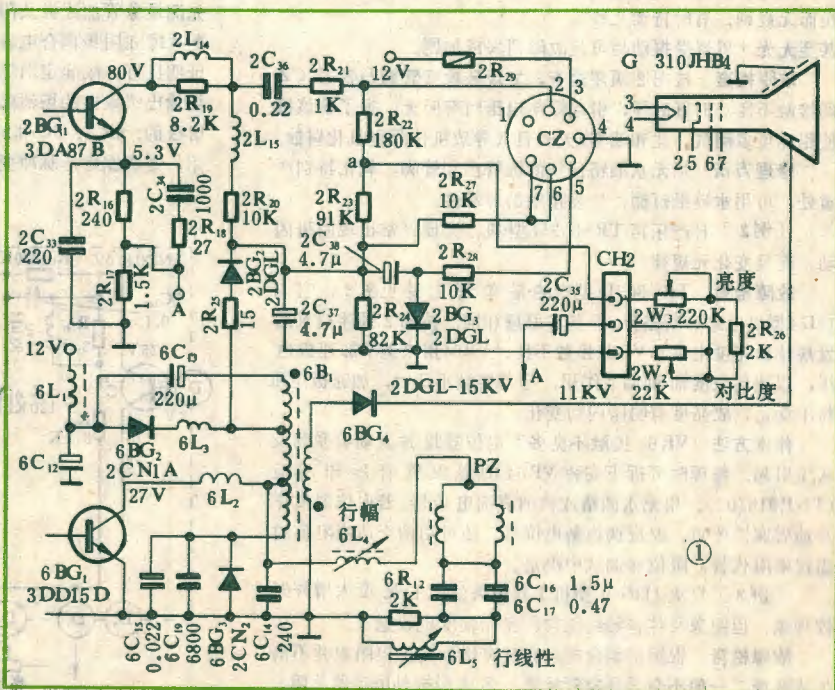
检修顺序及方法

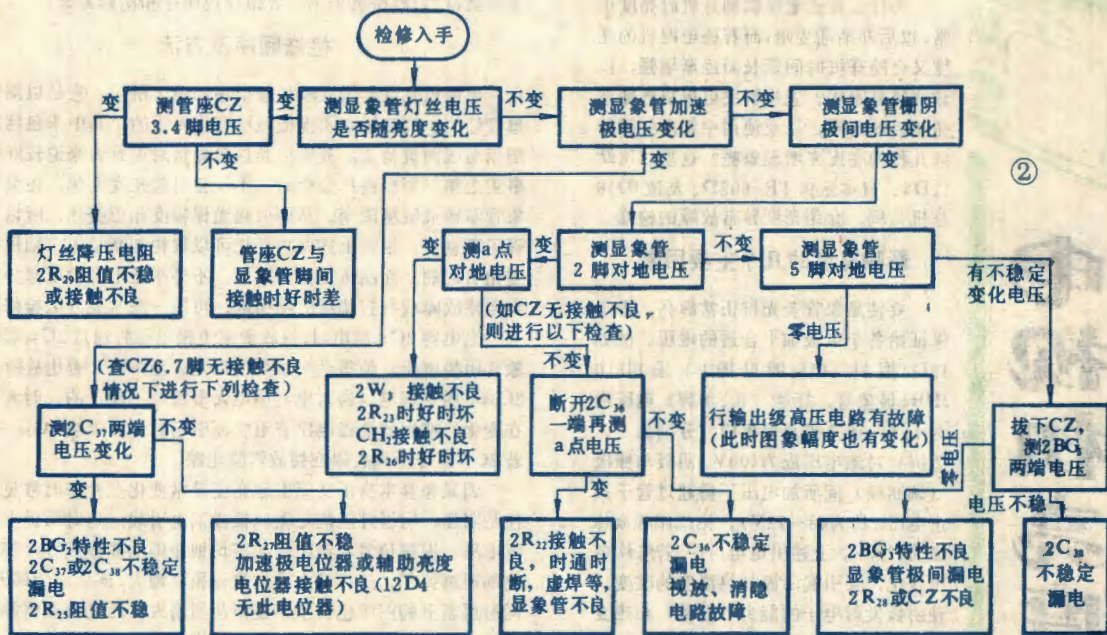
电视机亮度异常故障检修顺序如图2所示。它是以测量显象管灯丝、加速极和阴栅极电压变化入手的,其中未包括第二阳极高压测量检查,其原因是这项测量对爱好者来说较麻烦。事实上第二阳极高压变化时,不仅会引起亮度变化,还会使显象管偏转灵敏度改变,从而引起光栅幅度相应变化,所以只要管子不衰老,根据上述两种变化可以很快判断是第二阳极高压变化引起的。而高压变化的原因,不外乎是电源稳压部分及供电电路故障或行扫描级故障引起,可按一般常规方法检修。

当电容 $2C_{36}$ 漏电时,视放管集电极电压将通过 $2C_{36}$ 影响显象管阴极电压,使得荧光屏亮度改变。当按图2查出故障是由 $2C_{36}$ 不稳定漏电(通常电容漏电大多数是不稳定的,时大时小在变化)或视放消隐电路有毛病而引起时,可调换 $2C_{36}$ 一试,若 $2C_{36}$ 良好,则故障在视放消隐电路。

因显象管本身不良而引起亮度异常变化在检修时常见,往往是阴栅、阴极灯丝间轻微碰极或漏电引起。这时阴极上的直流电压、视频信号及消隐脉冲等均被接地的栅极或灯丝部分或全部短路掉了,这样就会导致光栅亮度增大,部分或全部失控,同时屏幕上的图象也会模糊变淡甚至消失,而且出现整幅回扫亮线。如果碰极是间断、不稳定地发生时,电视机将产生亮度突然增强现象,这时只要轻轻敲击显象管颈部故障即可消除。显象管阴栅极间轻微碰极往往可用电击法来修复,将显象管管座拔下,按图3接好电路,合上电源开关2~3秒后马上关断即可。通电瞬间可看到管颈内有电弧产生,它可将碰极漏电杂质高压击毁,如果一次不行,可电击几次,此法可挽救价格昂贵的显象管。显象管除灯丝外的其它电极碰极也可按此法修复,因真空度不良而漏电的显象管此法难以修复。

除以上所述外,由于电路元件变值、漏电、接触不良和焊





接质量引起的故障一般比较简单,可按图2顺序检查排除,此处不专门说明。

检修实例

【例1】飞跃12D4型机,光栅时亮时暗,变化缓慢而无规则,有时持续几秒甚至无光,机器受振动后可使故障消失或加剧。

故障检查 按图2顺序检查,发现显象管管脚与管座CZ间接触不良,时好时坏,引起灯丝电压时有时无。据了解该机使用环境多潮湿、盐和油雾,天长日久导致机件严重氧化腐蚀。

修理方法 用无水酒精仔仔细清洗管座和管脚。氧化特别严重处,可用水砂纸打磨,恢复接触的可靠性。

【例2】日产乐声TR-602D型机,光栅经常出现明暗闪动,而且变化无规律。

故障检查 TR-602D型机的显象管电路见图4,它与12D4型机电路有所差异,但基本原理相同。按图2顺序检查后发现辅助亮度电位器VR64接触不良。VR64用来调节加速极电压,以达到亮度辅助调节作用,当其接触不良时,加速极电压将不稳定,故亮度有明暗闪动变化。

修理方法 VR64接触不良多系电位器膜片及动臂受潮及灰尘引起。修理时可拆下安装VR64的显象管管座印制板(TNP818702),用无水酒精或汽油清洗电位器。若电位器膜片及动臂腐蚀严重,则应调换新电位器。还可用两个适当阻值的固定电阻代替,阻值在调试中决定。

【例3】星火JDS-4型机工作中突然产生亮度大增并失控现象,但图象及伴音始终正常,光栅幅度也较稳定。

故障检查 根据前面分析,亮度大增并失控但图象并不消失或变淡,一般不会是显象管故障,多属阴极外围电路故障。

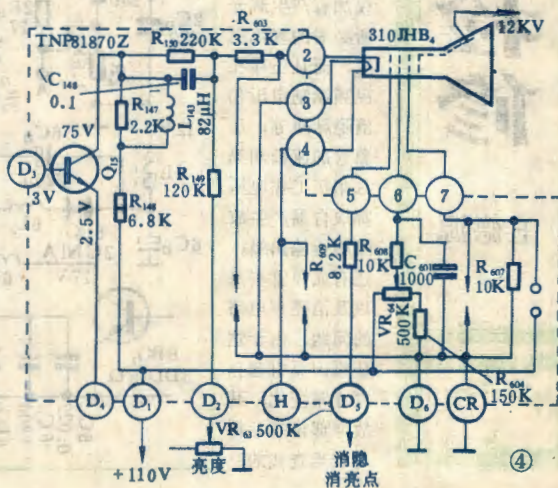


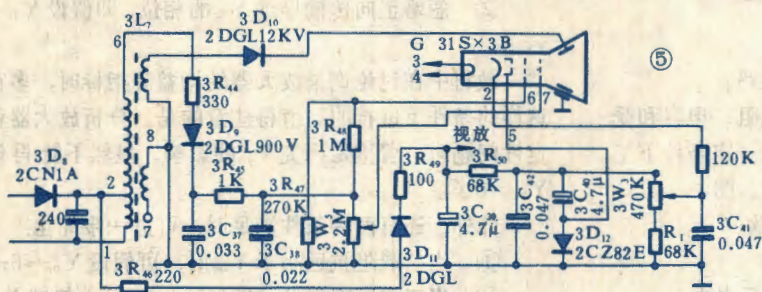
按照图2顺序并对照图5检查后,发现亮度电位器W1与3R30连接处引线焊接不良,有时通时断现象。当引线断开时,显象管阴极电位与栅极相同,因而亮度大增并失去控制。

修理方法 焊好电位器W1引线,故障即消失。

【例4】按9D3-1A型自装机一台,光栅上部忽明忽暗,下部亮度比较稳定,光栅幅度无变化。

故障检查 该机显象管部分电路如图6所示。故障检查时先测显象管加速极及阴栅极电压,测后稳定正常,因此初步判断故障在阴极耦合电容2C38或视放消隐电路中。随后测2C38,证明良好,故确定消隐电路有毛病(9D3消隐电路见图7)。从场输出级取出的场消隐脉冲是经6R20和6C9加至视放管2BG3射极的,6R20、6C9和2BG3的射极电阻对场脉冲有一定微分作用,能将锯齿形脉冲变成矩形消隐脉冲。在场扫描逆程时,该





电使高压负荷电流增大，高压包过大的压降使得高压下降，故有跳火及光栅明暗变化，且光栅幅度随之相应变化。

修理方法 拆下高压硅堆及其支座，用细砂纸及小刀清除硅堆封头处的氧化物、炭黑及污物，并用酒精擦拭。如经处理仍有跳火，可更换硅堆或支座。

〔例6〕机型同上，开机几分钟，后光栅亮度增至最大并失控，同时图象消失，出现整幅回扫线。

故障检查 这是显象管热态阴栅碰极的典型症状(灯丝不加热时往往不碰极)。

修理方法 可按图3电路电击一次即可修复。16英寸显象管此种故障较多。

〔例7〕9D3-1A型机，开机后不断发生亮度变暗、无光，有时又短时间恢复正常的现象，但对图象、光栅尺寸无明显影响(无光时因图象看不出而除外)。

故障检查 按图6并参考图2进行检查，很快查到加速板电压随亮度而不断变化。测7C19证明良好后，故障范围缩小到聚焦电位器7W1上。经仔细检查发现7W1与+400V连接焊脚和接地的电位器外壳及轴柄间存在不稳定的漏电阻。这样电视机工作时，+400V电压将随漏电阻而变化，加速极电压不稳，亮度发生变化。当漏电阻趋于零时，

+400V被短路，于是显象管无光。

修理方法 产生此故障的7W1多有胶木(碳膜片)烧焦痕迹。修理时可用小刀刮去焦痕，再用酒精擦洗电位器。修理后若漏电阻仍小，应更换电位器，也可用两只电阻取代7W1。电阻阻值可在调试中按最佳聚焦情况考虑。另外，安装电位器7W1时，应注意焊脚与外壳的绝缘。

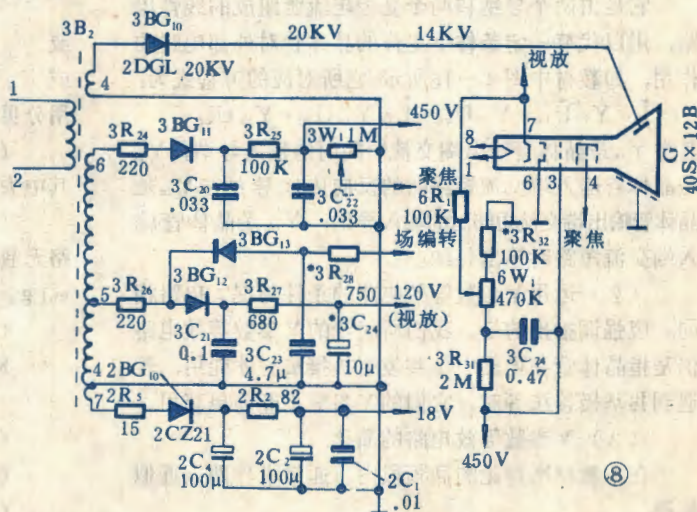
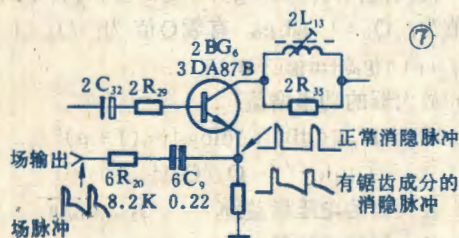
〔例8〕飞跃12D4型机(见图1)，刚开机时正常，1~2分钟后亮度渐渐变暗，随后常有亮度明暗变化。(下转13页)

矩形脉冲通过2BG5去截止显象管电子束，从而消除了回扫亮线。当6R20、6C9性能不佳、用值不当或焊接不良时，消隐脉冲中混有锯齿成分，它作用在显象管上将使消隐时间延长，以致使扫描正程一部分光栅也被消隐掉了，故有光栅上半部分忽明忽暗现象。

修理方法 换用数值准确的6R20或6C9，保证焊接质量，必要时，在调试中决定6R20或6C9的值。

〔例5〕友谊JD16-2型机，光栅亮度时明时暗，随亮度变化光栅幅度也有变化，而且屏幕上有点火杂波干扰。显象管良好。

故障检查 由于亮度变化光栅幅度也变，可断定故障因第二阳极高压变化所致。又因有点火杂波干扰，故可判定故障区域缩小为行输出高压部分。检查行输出变压器，发现高压硅堆3BG10及其支座附近有虽不严重但很频繁的放电现象(JD16-2电路见图8)。因故



二、电视辅导课内容提要

6. 共发射极混 π 等效电路

(1) 什么叫做晶体管混 π 等效电路?

它是由七个线性元件模型(包括电阻、电容和受控电流源等)组成的电路,用以代替在一定条件下工作的晶体管,如教材中图4-5(c)所示。图中:

$r_{bb'}$ 是基极体电阻,约为几~几百欧;

$r_{b'e}$ 是发射结电阻,为几百欧左右;

$C_{b'e}$ 是发射结电容,约为几十~几百皮法;

g_m 是晶体管跨导,一般为几十毫西;

r_{ce} 是集-射间电阻,约为几十千欧;

$r_{b'c}$ 是集电结电阻,约为几百千欧;

$C_{b'c}$ 是集电结电容,约几皮法。

(2) 如何运用等效电路来分析问题?

运用等效电路的条件有二:一是晶体管已设有正常的直流偏置;二是晶体管输入为小信号,即输入电压在几十毫伏以下。满足以上两个条件时,可将电路中的晶体管用等效电路代替。具体我们所讨论的共发射极混 π 等效电路,只能是当电路中的晶体管为共发射接法时才能运用。晶体管用等效电路代替后,晶体管电路的分析就归结为线性交流电路的问题了。

(3) 混 π 等效电路的简化

简化的根据是等效电路各参数的数量级以及在不同工作频率时阻抗数值大小。

简化的原则是:在所讨论的工作频段内,若两个阻抗相串联,其中一个阻抗远小于另一个阻抗,则前者可略去;若两个阻抗相并联,其中一个阻抗远小于另一个阻抗,则后者可略去。

7. Y参数等效电路

(1) 什么叫晶体管的Y参数等效电路?

它是由两个导纳和两个受控电流源组成的线性电路,用以代替一定条件下工作的晶体管对外部电路的作用,如教材中图4-16所示。它所对应的方程式为:

$$\dot{I}_b = Y_{ie} \dot{U}_{be} + Y_{re} \dot{U}_{ce} \quad \dot{I}_c = Y_{fe} \dot{U}_{be} + Y_{oe} \dot{U}_{ce}$$

其中 Y_{ie} 是晶体管输出端交流短路时的输入导纳; Y_{re} 是晶体管输入端交流短路时的反向传输导纳; Y_{fe} 是晶体管输出端交流短路时的输入导纳; Y_{oe} 是晶体管输入端交流短路时输出导纳。

(2) 运用Y参数等效电路的条件与混 π 电路相同。应强调指出的是,我们所讨论的Y参数等效电路仍是指晶体管在电路中是共发射极接法时才能用,若遇到共基极接法等时,它们的Y参数不能简单套用。

(3) Y参数等效电路的简化

在本教材所讨论的高频段内,通常可作两点近似假设:

① 忽略晶体管的内反馈作用,即假设 $Y_{re} \approx 0$;

② 忽略正向传输导纳 Y_{fe} 的相位,即假设 $Y_{fe} \approx$

Y_{fe0}

教材中在讨论调谐放大器的增益等指标时,多在这样的条件下进行的。值得注意的是当分析放大器稳定性问题时,着重是研究 Y_{re} 的影响,显然不能再设 $Y_{re} = 0$ 了。

此外,还有两种条件满足时,可进一步简化:

④ 当负载阻抗远小于 Y_{oe} 时,可假设 $Y_{oe} \approx 0$;

⑤ 当工作频率很低(即低频)时,可忽略 Y_{ie} 和 Y_{oe} 中的容抗成分,即假设 $Y_{ie} \approx g_{ie}$, $Y_{oe} \approx g_{oe}$ 。

8. 小信号单调谐放大器分析

典型的单调谐放大电路如教材中图5-1所示。近似估算电路的各点直流电压和各支路直流电流的步骤如下:

① 基极对地电压: $U_{bQ} \approx R_{b2} / (R_{b1} + R_{b2}) \cdot E_{cc}$

② 射极对地电压: $U_{eQ} \approx U_{bQ} - U_{beQ}$ 其中, $U_{beQ} \approx 0.7$ 伏(硅管)或0.2伏(锗管)。

③ 射极电流: $I_{eQ} = U_{eQ} / R_{eQ}$

④ 集电极电流: $I_{cQ} = I_{eQ} - I_{bQ} \approx I_{eQ}$

⑤ 基极电流: $I_{bQ} = I_{eQ} / (1 + \beta_0) \approx I_{eQ} / \beta_0$

⑥ 集电极对地电压: $U_{cQ} \approx E_{cc}$

⑦ 集-射间电压(晶体管压降): $U_{ceQ} = E_{cc} - U_{cQ}$

9. 小信号单调谐放大器分析

我们以教材中图5-6的等效电路为例来估算调谐放大器的主要性能指标:

(1) 谐振放大器的工作频率:

$$f = f_0 = 1 / 2\pi\sqrt{LC} = 1 / 2\pi\sqrt{L(n_1^2 C_0 + n_2^2 C_1 + C)}$$

当 C_0 或 C_1 等未知时,也可用 $f \approx 1 / 2\pi\sqrt{LC}$ 作粗略的估计。

(2) 晶体管在该工作频率时的功率增益:

$$K_p = K_{p0m} = Y_{fe} / 4g_{ie}g_{oe}$$

或

$$K_p = f_T / 8\pi r_{bb'} C_{b'c} \cdot 1/f^2$$

或

$$K_p = (f_{max}/f)^2$$

用分贝表示为: $K_p(\text{dB}) = K_{p0m}(\text{dB}) = 10\lg K_{p0}$

(3) 失配损耗为: $10\lg 4p / (1 + p)^2$

其中失配系数 $p = n_2^2 g_L / n_1^2 g_{oe}$

(4) 插入损耗为: $10\lg(1 - Q_L/Q_0)^2$, 其中回路无载Q值为: $Q_0 = 1 / \omega_0 L g_{oe}$ 有载Q值为: $Q_L = 1 / \omega_0 L g_L = 1 / \omega_0 L (n_1^2 g_{oe} + n_2^2 g_L + g_{oe})$

(5) 放大器的功率增益:

$$K_{p0}(\text{dB}) = K_{p0m}(\text{dB}) + 10\lg 4p / (1 + p)^2 + 10\lg(1 - Q_L/Q_0)^2$$

(6) 放大器的电压增益: $K_{ub} = \sqrt{K_{p0} g_{ie} / g_L}$

(7) 放大器的通频带: $B = f_0 / Q_L$

(8) 放大器在频率偏离 $f_0 \pm \Delta f$ 时的选择性:



$$\alpha(\text{dB}) = 20 \lg 1 / \sqrt{1 + (Q_L \cdot 2\Delta f / f_0)^2}$$

(9) 回路谐振电阻为: $R_E = 1/g_E \approx 1/n^2 g_{oc} + n^2 g_L + g_o$ 。

10. 耦合回路的特性

(1) 耦合系数 K 是描述两个互感线圈之间耦合程度的一个量。定义为 $k = M / \sqrt{L_1 L_2}$ 。

(2) 互感电压为: $U_m = M di/dt$, 对正弦交流电路则有: $\dot{U}_m = j\omega M \dot{I}$ 。

(3) 全耦合变压器。是指两个互感线圈中任一线圈中电流产生的磁通全部与另一线圈相交连, 没有漏磁通, 即耦合系数 $k=1$ 时的互感电路。它有两个重要性质:

① 初、次级电压比等于初、次级圈数比, 即 $U_1/U_2 = N_1/N_2 = n$ 。

② 从初级看入的等效导纳为: $\dot{I}_1/\dot{U}_1 = 1/j\omega L_1 + 1/n^2 Z_{L_2}$ 。

(4) 理想变压器。是指满足以下三个条件的互感电路:

① 满足 $k=1$ (或 $M = \sqrt{L_1 L_2}$) 的全耦合条件;

② 变压器初级电感量为无穷大;

③ 变压器本身没有损耗。

理想变压器有三个重要性质:

① 与全耦合变压器一样, $\dot{U}_1/\dot{U}_2 = N_1/N_2 = n$ 。

② 初、次级电流比等于初、次级圈数比的倒数, 即 $\dot{I}_1/\dot{I}_2 = N_2/N_1 = 1/n$ 。

③ 从初级看入的等效阻抗为: $\dot{U}_1/\dot{I}_1 = n^2 Z_L$ 。

(5) 一般变压器。是指两个互感线圈之间既有漏磁通, 初级电感也不是无穷大, 而且变压器本身还有损耗的互感电路。完整的变压器等效电路如图8所示, 并可根据此等效电路作进一步分析。图中 L_{S1} , L_{S2} 分别反映初、次级的漏磁通的作用, 彼此间没有互感; L_m 则反映互磁通的作用。

11. 双调谐放大器的分析

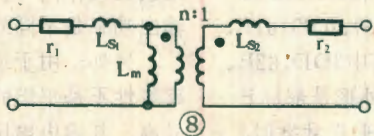
以教材中图6-15互感耦合双调谐放大器电路为例, 并假设初、次级回路各元件参数都相同。则放大器主要性能可作如下估算:

(1) 放大器在中心频率 f_0 时的电压增益

(忽略谐振回路损耗): $K_{u0} = n_1 n_2 y_{fe} / g \cdot \eta / 1 + \eta^2$ 。

(2) 谐振回路的插入损耗为: $20 \lg(1 - Q_L/Q_0)$ 。

(3) 考虑回路损耗时, 中心频率处的电压增益: $K_{u0} = n_1 n_2 y_{fe} / g \cdot \eta / 1 + \eta^2$, (1 - Q_L/Q_0), 用分贝表示为 $K'_{u0}(\text{dB}) = 20 \lg(n_1 n_2 y_{fe} / g) + 20 \lg(\eta / 1 + \eta^2) + 20 \lg(Q_L/Q_0)$ 。



(4) 通频带为: $B = \sqrt{\eta^2 + 2\eta - 1} \cdot f_0 / Q_L$ 。

(5) 两峰间的带宽 ($\eta > 1$ 时): $B_{pp} = \sqrt{\eta^2 - 1} \cdot f_0 / Q_L$ 。

12. 阻容耦合放大器的分析

(1) 相位滞后的 RC 电路如教材中图7-5所示, 其电压传输系数 (频率特性) 为:

$$\dot{K}_{(w)} = \dot{U}_o / \dot{U}_i = 1 / [1 + j\omega RC] = K_{(w)} / \varphi(\omega)$$

(2) 共射极阻容放大电路的静态工作状态: 电路的基本形式如教材中附图7-7所示。该电路的直流通路与单调谐电路基本相同, 区别只在于集电极增加了一个电阻 R_c 。因此在估算 U_{cQ} 和 U_{ceQ} 时, 公式应改为: $U_{cQ} = E_c - I_c R_c$, $U_{ceQ} = U_{cQ} - U_{eQ} \approx E_c - (R_c + R_e) I_c$ 。

(3) 将晶体管用混 π 等效电路代替, 并根据密勒效应加以简化, 得到如教材中图7-10的等效电路。图中密勒电容 $C_M = (1 + g_m R'_L) C_{b'c}$ 。

(4) 零频电压增益:

$$K_0 = U_o / U_{be} = -g_m r_{be} R'_L / (r_{bb'} + r_{b'c} + \beta_0 R'_L / r_{be}) = -k_r R'_L / k_{ic}$$

(5) 高频电压增益:

$$\dot{K} = \dot{U}_o / \dot{U}_{be} = K_0 / [1 + j\omega r C] = K_0 / [1 + j\omega (r_{bb'} \parallel r_{b'c}) (C_{b'e} + C_M)]$$

(6) 上截止频率:

$$f_H \approx 1 / 2\pi r C = 1 / [2\pi (r_{bb'} \parallel r_{b'c}) (C_{b'e} + C_M)]$$

13. 扩展通频带的电路

(1) 容性阻抗电流串联负反馈电路: 电路如教材中图7-19所示。该电路高频段提升的角频率 ω_H 大致就是反馈电容的容抗值与反馈电阻 R_f 可以比拟时的频率 f , 即近似的可由 $\omega_H = 0.2 \sim 0.5 / (C_f R_f)$ 求得。当要保持零频增益不变, 而改变高频段提升频率时, 可调整 C_f 的大小。

(2) 感性阻抗电压并联负反馈电路: 电路如教材中附图7-21所示。该电路高频段开始提升的频率 f 可用上面类似的方法估算。

(3) 多级宽频带放大器: 宽频带放大器一般是多级的, 它还需要考虑下面几个问题:

① 级间耦合问题: 可以采用阻容耦合或直接耦合方式;

② 总增益问题: 多级放大器的总增益为每一级增益的乘积, 即

$$K_{u(n)} \approx K_{u1} \cdot K_{u2} \cdots K_{un}$$

或 $K_{u(n)}(\text{dB}) = K_{u1}(\text{dB}) + K_{u2}(\text{dB}) + \cdots + K_{un}(\text{dB})$

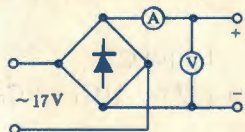
③ 总的通频带 (即上截止频率) 为:

$$B_n \approx f_{Hn} = \sqrt{2^{1/n} - 1} \cdot f_{H1}$$

其中 f_{H1} 为组成多级放大器的相同各单级的上截止频率。

▲黑龙江宁安黄鹰问 我有一只车用12伏蓄电池，想用220伏的交流电来充电，充电机应当怎样制作？是否可以用小型变压器通过整流输出12伏的直流电来充电？

答 业余多用恒压充电法充电，其优点是充电时间较短，电路简单(见附图)。12伏蓄电池充电电压一般是15伏，不用限流电阻和滤波电容。整流桥中的二极管可用电流大于30安的任何型号的硅元件，电流表的最大电流值可为50安。汽车用蓄电池容量较大，初始充电电流较强，往往达30安之多，这样小容量变压器就难以胜任，通常变压器容量要取500瓦以上。



充电时应经常观测电压值，电解液的比重和温度。若温度超过40℃时应停止充电，待温度降至30℃以下时再恢复充电。充电2~3小时以后，蓄电池的冒气孔必须打开。其分解出的气体是可燃性的，充电时蓄电池附近严禁有明火，以免发生意外。如果电解液沸腾并激烈地升起气泡则表示电已充足。

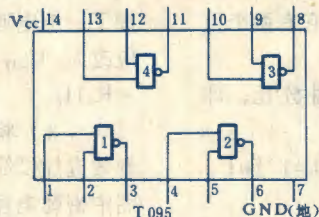
(月 朋)

▲湖南长沙陈先等问 我们有型号为T095的集成电路数块，但不了解它的主要特性参数、管脚功能及一般用途，请协助提供有关资料。

答 T095是TTL双输入端四与非门集成电路，它的管脚功能如图所示。T095的主要电特性参数如下：通电源电流 $I_{CC1} < 44\text{mA}$ ，截止电源电流 $I_{CC2} < 22\text{mA}$ ，低电平输入电流 $I_{IL} < 2\text{mA}$ ，高电平输入电流 $I_{IH} < 100\mu\text{A}$ ，输出短路电流 $I_{OS} = 40 \sim 120\text{mA}$ ，输出高电平 $V_{OH} > 2.4\text{V}$ ，低电平 $V_{OL} < 0.5\text{V}$ ，扇出 $N_O > 8$ ，平

均传输延迟时间 $t_{pd} < 12\text{nS}$ (T095A)，或 $t_{pd} < 8\text{nS}$ (T095B)。T095可用来组成各种数字逻辑电路及单稳、双稳、多谐振荡等多种脉冲电路。它可以直接代换T065及国外产品SN74H00，SN7403等型集成块。

(朋 友)



▲哈尔滨吕以杰等问 一台日本CT-18DW型彩色电视机的电源部分发生故障。经查是调整管2SC1114击穿。我们无法查到该管的特性参数。希望协助提供有关数据和可供代换的国产管型号。

答 2SC1114是NPN型大功率硅管，主要电特性参数如下表所列：

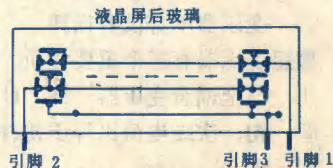
P_{CM}	I_{CM}	R_{Tj}	BV_{CBO}
100W (带散热板)	4安	0.9W/℃	300V
BV_{CEO}	BV_{EBO}	h_{FE}	f_T
250V	7V	> 20 ($V_{CE} = 4V$ $I_C = 1A$)	10MHz

与2SC1114特性相似的国产管很多，如3DD164-E、F(3DD8G、E)、3DD163E、F(3DD70B)、3DD162E、F(3DD7G)、3DD161E、F(3DD6F~T)等。其中3DD162E、F及3DD164E、F的外形是部标F-2型，与2SC1114外形尺寸类似，可方便地直接安装代换，应予首选。

(兰 德)

▲广州庄华等问 一台CASIO fx-81型函数计算器使用一年多后出现“多余显示”的故障。经换用新电池也毫无改善。不知何故？

答 产生这种故障的主要原因是大规模集成电路LSI与液晶屏间的印制导线或管脚互相漏电。fx-81型计算器的液晶屏后玻璃上的各位导电数段是按附图所示那样连接起来的，共3个引脚。当引脚2或它的印制导线与相邻的某些脚或印线漏电时，就可能使它获得始终与前玻璃相应数段极性相反的驱动电压，从而在屏上显出一排“11”。检修时，只要用无水酒精仔细擦洗掉与液晶屏引脚相连的各条印刷导线及LSI引脚上沾附的导电污物，待酒精充分挥发后故障就会消失。如果反复擦洗仍不奏效，而且已肯定不存在漏电故障，那多半是LSI损坏了，不过这一般很少见。(元 沅)



▲北京巫家燕问 为什么在同一大器里，用收音头作信号源时输出正常，而当用录放磁头作信号源时输出功率非常小？

答 这是由于收音头和录放磁头的输出信号电压幅度不同而造成的，在正常情况下，收音头的输出电压约为几十毫伏，而录放磁头的输出电压只有几十至几百微伏，至多也不过几毫伏，所以用收音头和录放磁头作同一扩音机的信号源时输出功率是不同的。

另外，由于录放磁头的放音频率特性不是平坦的，随信号频率的升高，其输出电压也要升高，所以直接用录放磁头作为扩音机的信号源是不合适的，而应当用具有随频率升高放大倍数降低的放音均衡放大器作为扩音机的前置级，才能用录放磁头作为信号源而取得良好的放音效果。(科 文)