

Practical
Electronics

2005

合订本

下册

电子制作

合订本邮发代号: 80-445 定价(套): 48元 网址: ele169.com

格日得率先获得国家企业产品执行标准: Q/<GZ>GRD1-2005

QB/440100311166-2005

格日得™

GERIDE 品质才是硬道理
SHARP 激光器件中国合作伙伴

[Http://www.geride.com](http://www.geride.com)

欢迎光临格日得BBS论坛

应广大消费者的强烈需求

格日得电子已建立全国邮购中心

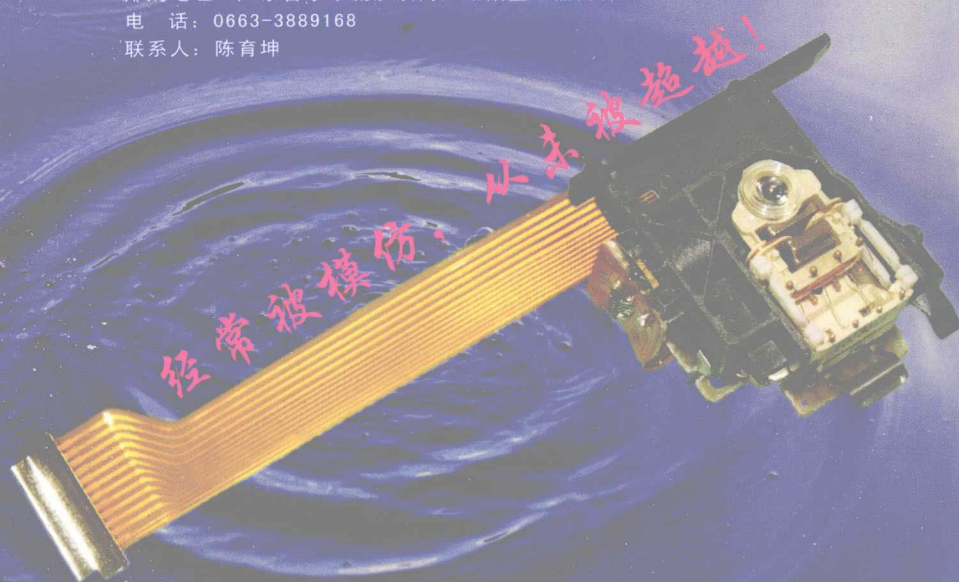
邮购地址: 广东普宁市流沙镇向阳路集盛电器商行

电 话: 0663-3889168

联系人: 陈育坤

天籁之声
动人画面

格日得的完美体现



郑重声明

格日得精密电子厂生产的所有产品均已注册中国商标“格日得™”其产品外包装都以“格日得™”为准, 仿冒者将面临法律诉讼。 特此提醒广大用户, 属我公司的产品在防伪上已加设全国电码电话防伪系统。 免费电话: 800-830-5355。 敬请注意!

广州市海珠区格日得精密电子厂

厂址: 广州市海珠区江燕路燕子岗门口岗大街36号

电话: 020-89009286

传真: 020-84274703

邮箱: Geride@Geride.com 邮编: 510260

为实用人才精心打造，为产品开发铺路搭桥

电子制作

2005 年合订本

(下册)

江苏工业学院图书馆
藏书章

《电子制作》杂志社

内 容 简 介

《电子制作》2005 年合订本下册,汇集了 7~12 期经过校正后的内容,并增添了附录资料。

在下册附录中推出了卫视及卫星广播接收的基本实务。我国在实施“村村通”工程之后,卫视已传到千家万户,尤其改善了山区农村物质文化生活。为帮助卫视接收站、有线广播站等部门的工作人员,以及广大爱好者学习掌握卫视接收、安装、调试维修技术,本附录特地选编了三篇此类文集。

文集中的卫视天线安装和调试一文,包括天线安装位置的选择,安装方法,天线对星调试等。在卫视天线安装技巧及器材分配中,包括一锅双星和一锅多星的接收方法,用 Ku 小天线接收 C 波段节目,圆极化波的接收,配件和多星切换的连接方法等。介绍市场流行卫星接收机特点及选购一文,包括数字卫星电视的操作,使用及注意事项等。在文末附有国内卫星广播电台节目表,供读者查询。

下册附录中,还有电子技术人员最常用的 CR 和 LR 电路的设计方法及数据表格等。

合订本下册目录

每期专题

广播卫星轨道位置及频道划分	1
数字卫星接收系统简介	2
卫星接收天线和高频头简介	4
深入了解红外遥控——从家电遥控“打架”说起	69
基于 PC 结构的多功能影音播放系统	129
开关电源(SMPS)技术与市场发展综述	192
TOP Switch- II 单片集成开关稳压电源及其应用 ...	195
国内外半导体产业动态	255
电力电子技术的发展	319
现代电力电子的应用领域	320

实用电子制作

15 通道红外遥控电路	8
自适应零电压开关电子镇流器	9
可控硅过零触发调压器	10
为电话机增设“上下班”功能	12
用教学投影仪制作液晶投影机	13
为电话机增加定时免打扰功能	14
流动宣传车音响装置的改进	15
也谈用 PLC 改造继电—接触器式控制线路	27
P111G-MC1 控制印花烘箱	28
HD-3A 型节能限额供电保护器	31
单只镍氢电池智能充电电路	322
新颖的 N 沟道 VMOSFET 驱动电路	323

应用制作

用超小型步进循环继电器制作调光控制器	72
数字编译码多通道无线遥控电路	73
实用高效率直流稳压电源	74

自制镍氢电池组充电器	75
自制多功能测电笔	76
变速数字选号机	133
一种实用的缺相保护电路剖析	134
多功能微电脑打铃广播一体机	135
磁贴式自动语音广告牌	197
浴池水温自动控制电路	198
太阳能热水器自动上水装置	199
对一种产品触摸延熄开关的改进	200
自己组装 2CR5 可充电式锂电池	201
简易红外线警戒装置	258
实用数显电子计时器	259
定时调压式温度控制电路	260
具有声光提示的 12 路无线遥控开关原理与制作 ...	261

AV 制作

自制两级差分晶体管音频功率放大器	77
适合自己动手制作的 A1850T 胆机	136
6P3P 单端 A 类电子管功放的制作	202
老式模拟摄像机视频输出信号的数字化	263
高性价比的道盛 3208 型 Hi-Fi 有源音箱	325

单片机制作

单片机控制的多路报站系统	16
学用 8051 单片机的常见问题	17
对《采用 2051 单片机的多功能开发板》一文的 改进意见和说明	19
智能电加热锅炉定时控制电路	20
用单片机制作简易电子琴	22
用 PLC 和变频器改造磨床控制线路	23

ZR-TEL2000 型可编程通讯控制器(一)	25
PIC12C5 × × 单片机编程器和 OTP 的再烧写	80
ZR-TEL2000 型可编程通讯控制器(二)	83
浅谈 SJ-1 语音报时模块在	
内部电话交换网中的应用	137
自制实用 51 串行编程器	139
用增强型 51 实验板控制按键、继电器、蜂鸣器	142
高精度大屏幕电子万年历	203
单片机 LPC935 的 ISP 使用点滴	207
扩展单片机输入键的另一种方法	209
用单片机设计的打靶系统	265
设计独特的 89C*051 转换器	267
用增强型 51 实验板控制液晶显示器	268
家用定时提醒器	
——PROG-110 应用制作	326
单片机夜用照明灯智能控制器	329
校园制作	
采用数字密码锁的保安报警器	86
多媒体教室综合控制器	148
试制智能服务机器人(上)	214
智能节电控制器	217
数字显示倒计时抢答器电路及制作	276
试制智能服务机器人(下)	278
《传感器技术》课程综合实验平台的研制	337
智能化自寻迹程控车模	339
自动复位式多功能用电保护器	342
机电制作	
仿生机器人制作之控制器	87
采用固态继电器控制的单相交流电动机正反转	
控制电路	90
仿生机器人制作之(二)——三自由度机械手	144
P111G 在工业控制上的应用	146
仿生机器人制作之三 ——轮式机器人	210
ZR-TEL2000 型可编程通讯控制器(三)	212
Lego(乐高)组合机器人超声波防撞探测器	269

用 ZR-TEL2000 型可编程通讯控制器	
做电话机基本性能检测器	271
用 PROG-110 制作的夜班防睡控制、记录器	272
海外制作选	
便携式三通道有线耳机通讯装置	91
VHF 调频天线信号增强器	
——创造 3 米波段远距离接收的新水平 ...	151
家用防盗警报器	219
车内随身听的电源供给电路	220
水箱水位自动控制装置	274
采用 PROG-110 制作的打铃器电路	331
用 PROG-111 模块作宾馆客房电器的综合控制	334
PIC18F FLASH 开发系统板	344

方法与技巧

元器件应用

5 倍增益仪用放大器 AD8225 及其应用	93
大电流超低压差输出可设定稳压器 MSK501	294
采用多层式结构的 Raychem 快速动作表面贴装	
熔断器	153
绝缘检测模块	154
实时时钟芯片 DS1302 的应用	221
新型多组转换磁锁继电器 JMX-218F 及其应用	223
液晶投影机灯泡的代换	224
超小型低功耗温度开关 TC6503/4	225
6 白色 LED 驱动器 CAT3606	281
1.2W D 类音频功放 TS4962	282
5A 输出可调线性稳压电源 LM338	282
显示驱动芯片 MAX7219 在单片机中的应用	283
CAT1161 在单片机系统中的应用	349
大电流 LED 驱动器 LT3477	351
电子时钟、闹铃芯片 XLB331A(B)及应用	353

制作工具

Protel 99 SE 应用与入门(二)	
——绘制电路原理图	32
Protel99 对话框字体的设置	33

巧用 protel 99 快速绘制原理图	34
点阵 LED 电子显示屏的设计	36
一种电池供电的单片机电源电路	38
低电压微功率条件下远程无线通信的实现	39
智能化仪器仪表的检测	44
一种新颖感应式电流数字显示控制仪	45
串行 E ² PROM 拷贝器的制作	46
用录放磁头检测线路断点	43
8 通道红外遥控集成电路 BA5104/SM5032C	41
低压差线性稳压器 LDS3985	42
新器件应用两则	43
自制石英晶体测试器	95
仪表放大器及在智能化仪器中的应用	93
电子仿真软件 Multisim7 特色功能(系列文章之二) ...	98
用万用表检测数字集成电路	101
系列文章之三 Multisim8.0 在模拟电子技术实验中 的应用	155
焊接工具及制板方法	157
Protel 99 SE 应用与入门(三)	
印刷电路板设计基础	159
0~1KV 可调耐压测试仪	231
遥控器测试器	232
用途广泛的 LED 通用电平显示器	286
在系统可编程模拟器件 ispPAC10 结构和增益 调整方法	287
快速脉冲信号发生器	355
智能温度传感器构成计量控制装置	356
采用 protel99se 设计	
89C51 单片机应用系统	357
制作技巧	
简简单单做电路板——用预切符做电路板	103
手工焊接大规模芯片	106
制作窍门二则	106
低频放大器输入阻抗的测量方法	161
利用小电珠检测电子元器件	162

利用照明电路检测电子元件	226
Protel 99 SE 应用与入门(四) 绘制印刷电路板 ...	228
用 ICL7107 制作数字表的几个技巧	291
波段开关、电位器等噪音的消除	292
让电话机不再更换电池	292
电气照明平面图与实际接线图的区别	359
虚拟电子技术及其在数字电路课程中的应用	360
电容降压及其在供电电路中的选用	361
制作工艺	
小型烫金机与温度控制仪安装应注意的问题	104
用 Protel 业余制板中需注意的几个工艺问题	163
BGA 器件的检测及返修工艺	233
回流焊设备及焊接工艺	362

学习与交流

学习单片机

手把手教你学单片机的 C 语言程序设计(一)	107
手把手教你学单片机的 C 语言程序设计(二)	
单片机的基本知识及第一个 C51 程序	167
手把手教你学单片机的 C 语言程序设计(三)	
C 语言程序的基本结构	235
单片机与单片机入门(一)	238
手把手教你学单片机的 C 语言程序设计(四)	
C 语言的标识符和关键字	293
单片机应用系统及其开发过程(二)	297
PIC 单片机 I ² C 总线编程与演示	300
手把手教你学单片机的 C 语言程序设计(五)	364
51 系列单片机的基础知识	367

初学实验室

多路切换电路	47
富士 S7000 数码相机使用记	48
电话铃增响器电路的改进	49
婴幼儿防止受凉报警器	50
交流弧焊机节电装置	50
电子模拟探雷器	111
会说话的硬币储蓄盒	113

机器人用直流减速电机的选用	173
学装高保真集成功率放大器	175
节能 LED 小手电筒	177
巧用 555 电路制作盆花缺水指示器	239
小型高效应急灯的制作	240
6 晶体管收音机的调试与检测	242
高品质调频式无线话筒的设计与制作	302
太阳能手机电池充电器	306
实用降温报警器	304
自动断电的电脑插座	304
变频闪光指示灯	370
从 0 伏起调的正负集成稳压电源	370
非门收音机	371

我的制作之路

这里面的世界真精彩!	114
电子制作焕发了我的创业激情	175
怀念在业余军体校学习的日子	243
我的自学之路	305
勤耕则获 善思则聪	372

专利拾贝

汽车用数显油量表	116
免接线插拔式无干扰日光灯电子镇流启辉器	177
小型电动马路清扫车等 2 则	264
电动逍遥童车等 4 则	309

名词解译

冯·诺伊曼结构及哈佛结构等 2 则	116
单片机等 3 则	182
在系统编程 ISP 和在应用编程 IAP 等 2 则	246
CISC 和 RISC 等 3 则	310

网上来风

AMD 向美法院提出反垄断起诉等 5 则	117
新型超宽动态彩电摄像机等 5 则	180
具有可编程功能的输出电源管理 IC 等 3 则	245
我国电力电子行业着力四类新器件的研发等 3 则 ...	307

业界动态

微软打入手机电邮市场 RIM 将面临巨大挑战等 4 则 ...	118
第七届中国高交会电子展亮点纷呈等 3 则	181
单片机解密技术动态等 4 则	247
全球 DRAM 产业状况等 3 则	308

疑难征解

两款简易的试验为何达不到目的?	182
单向可控硅的触发问题解答	244

技术讲座

实用机器人制作讲座(二十六)

机器人碰撞的避免和探测	51
字符型 LCD 显示器原理及显示技术(六)	61
如何为机器人添加‘眼睛’	119
机器人的空间导航(一)	183
机器人的空间导航(二)	248
双龙图形编辑软件的使用	251
机器人的空间导航(三)	311
为机器人增加第六感觉—平衡感(上)	314

新品快报

新产品

首款带触摸屏的 MP3 等 6 则	65
up51s 多功能开发板等 6 则	125
SUNNY618 教育机器人等 6 则	188
DWR 系列就地补偿式节能软起动器	251

新器件

新器件集萃	67
LM5000/LM5030; 高压电源开关调整器等 6 则	127
纤巧型独立线性电池充电器—LTC4065/A 等 6 则 ...	190
可驱动多个 LED 的线性恒流 LED 驱动器等 6 则 ...	253

附录

卫星天线的安装调试	376
卫视天线安装技巧及器材分配	380
市场流行卫星接收机的特点和选择	383
CR 和 LR 电路设计方法及数据	391

□王秀军

广播卫星轨道位置及频道划分

从今年三月份召开的全国卫星有线电视展上,传来了令卫视爱好者振奋的消息。我国将发展直播卫星业务,明年7月,将有两颗直播卫星——鑫诺二号和中星9号发射升空。最重要的是,执行多年的《卫星电视广播地面接收设施管理条例》(第129号令)正在重新修订。

本刊很多读者非常渴望了解卫星电视接收方面的知识,为此,我们特邀请卫视专家王秀军先生撰文介绍相关知识。有关实际操作技巧将择期介绍。

作者原文介绍较为翔实,由于版面所限及考虑初学接受能力,本刊作了节录。

为了覆盖指定的服务区,每颗广播卫星必须固定停留在同步轨道的某一个位置上。由于同步轨道同地球赤道是一个同心圆。所以卫星的位置是用卫星与地心的连线同赤道的交点(称星下点)的经度标志的。为了缩短卫星与服务区的距离,星下点应与服务区在同一经度上。因为卫星是靠太阳能电池供电的,为使夜间广播时间不停止供电,卫星的位置要比服务区偏西一些经度,以避免所谓“星蚀现象”及防止电波传输损失。

同步卫星对于地面应当是相对静止的,但很多因素使卫星偏离原来的位置。为了使卫星保持这种相对“静止”的状态,在卫星上装有辅助推进装置。当卫星位置发生偏离时,由地面控制推进器,使卫星回到原来位置。当辅助推进器燃料用完时就再无法控制卫星的位置,其寿命宣告终止。

由此可见,卫星轨道位置的选择还是很重要。我国直播卫星选在110度的位置是比较合适的,即现在鑫诺一号的位置,它位于我国的中心地带,接收仰角高,而我国真正意义上的直播卫星鑫诺二号,则定点于92.2度,是WARC分配给我国的轨道位置,是四

表1 广播卫星使用频率表

频段	频率范围(GHz)	频带带宽(MHz)	使用范围
L	0.62--0.79	170	全世界
S	2.5--2.69	190	全世界
Ku	2.5--2.535	35	第二区
	2.655--2.69	35	第三区
	11.7--12.2	500	第二、三区
	12.5--12.75	250	第三区集体接收
	11.7--12.5	800	第一区
Ka	22.5--23	500	第三区
Q	41--43	2000	全世界
W	84--86	2000	全世界

个法定轨道中最佳的直播卫星位置。

为了更好地开展电视广播工作,世界无线电行政大会(WARC)于1977年对广播卫星业务可使用的频段分配作了相关的规定,如表1所示。

根据WARC的规定,将全世界划分为三个区域:

第一区包括欧洲、阿拉伯半岛、土耳其、前苏联亚洲部分及蒙古。

第二区为南北美洲。

第三区为亚洲(阿拉伯半岛、土耳其、苏联亚洲部分及蒙古除外)和大洋洲。因为卫星电视广播是借用原先运行的通信卫星开始进行的,通信卫星采用C频段,上行为6GHz,下行为4GHz。C频段和Ku频段卫星电视频道划分见表2和表3。节目信号经过广播电视中心的一系列处理后,经微波中继线路(光纤线路)传送到上行发射站,节目信号经放大和频率调制后,变成14GHz的载波即发射给广播卫星的一束上行波,卫星上的转发器接收到这一上行波束后,将其放大并转换成12GHz的载波信号,再通过卫星上的天线转变成覆盖一定地区的下行波束。卫星地面接收站收到12GHz的载波信号后,从中解调出节目信号,经当地转播台或有线电视台播出,供用户接收。也可利用卫星

表2 C波段卫星电视频道频率表

频道号	中心频率(MHz)
1	3720
2	3740
3	3760
4	3780
5	3800
6	3820
7	3840
8	3860
9	3880
10	3900
11	3920
12	3940
13	3960
14	3980
15	4000
16	4020
17	4040
18	4060
19	4080
20	4100
21	4120
22	4140
23	4160
24	4180

表3 Ku波段卫星电视频道频率表

频道号	中心频率(MHz)
1	11727.48
2	11746.66
3	11765.84
4	11785.02
5	11804.20
6	11823.380
7	11842.56
8	11861.74
9	11880.92
10	11900.10
11	11919.28
12	11938.46
13	11957.64
14	11976.82
15	11996.00
16	12015.18
17	12034.36
18	12053.54
19	12072.72
20	12091.90
21	12111.02
22	12130.26
23	12149.44
24	12168.62

数字卫星接收系统简介

□海 东

一套完整的卫星广播电视系统,包括节目信号发送中心、上行发射站、卫星转发器、地面接收站、转播台(有线电视台)和用户卫星电视接收机。它的工作原理是:节目信号经过广播电视中心的一系列处理后,经微波中继线路(光纤线路)传送到上行发射站,再经放大和频率调制后,变成 14GHz 的一束上行波发射给广播卫星。卫星上的转发器接收到上行波束后,将其放大并转换成 12GHz 的载波信号,再通过卫星上的天线转变成覆盖一定地区的下行波束。卫星地面接收站收到 12GHz 的载波信号后,从中解调出节目信号,经当地转播台或有线电视台播出,供用户接收,也可利用卫星广播电视接收机直接接收卫星上的广播电视节目信号。

利用一个卫星转发器传送多套数字压缩电视节目,通常采用两种方式:一种是多路单载波(MCPC)方式,将几套节目的数据流合成一个数据流,然后调制在一个载波信号上,并将其发送至卫星。它适合于几套节目共用一个卫星

电视上行站,在同一地点上星。这种方式的优点是,能使转发器的功率得到最大限度的发挥。中央电视台、中央教育卫视台、内蒙古卫视台、新疆卫视台等节目传送就是采用这种方式。另一种是单路单载波(SCPC)方式,将每套节目各自调制成一个载波发送至卫星。这种方式适合于一套节目用一个卫星电视上行站,而上行站不在同一地点,且需要共用一个转发器的情况。该方式的缺点是:每个载波只传输一套广播电视节目,转发器的功率得不到充分发挥;在一个转发器内同时存在多个载波,多个载波的存在就有可能产生交调、互调干扰。各省市电视台采用 SCPC 方式,共用一转发器。

一套完整的数字卫星接收系统包括室外部分和室内(接收机)两大部分。室外部分主要有天线、馈源和高频头等部件,而室内的接收机则主要由调谐器、QPSK 解调器、解复用器、MPEG-2 解码器、视频编码器、音频 D/A 转换器、电源和控制电路等部件组成,图示是它的基本组成框图。下面对其各部分的功能作一简单介绍,使大家先有一个

总体的认识。

(一)、室外部分:

1、天线:卫星接收系统用的天线一般采用抛物面形式,用来接收卫星发射到地面的卫星信号。抛物面天线按馈电方式不同分为一次反射型抛物面天线(前馈天线)和二次反射型抛物面天线,即后馈天线或卡塞格伦天线,多见于早期的大口径天线,而现在的天线多为前馈天线。抛物面天线按馈源位置不同又分为前(正)馈式和偏馈式两种。前者的馈源位于抛物面射束通过的位置,因而阻挡了一部分电波能量;后者的抛物面仅仅是旋转抛物面的一个散区,馈源仍处于抛物面焦点,但与反射面错开一定间距,不影响反射面接收电波,有利于提高天线的效率,我们常见的 Ku 天线就是这一种。

2、馈源:馈源又称为辐射器或照射器,由馈源头(波纹喇叭)、极化器和过渡波导(圆矩转换器)组成,主要用来向天线提供有效照射。波纹喇叭主要是激发高次模,改善口径场的分布,以适应抛物面振幅和相位分布的需要。极化器用于转

广播电视接收机直接接收卫星上的广播电视节目信号,这就是所谓的卫星直播到户。

根据 WARC 1979 年规定,12GHz 即 Ku 波段广播卫星主站发射的上行频率,欧洲为 10.7 ~ 11.7GHz,其它地区为 14.5 ~ 14.8GHz。另外还规定 7.3 ~ 18.1GHz 为全世界通用。至于 L 波段与 S 波段的上行频率,规定一律都用 6GHz。12GHz 频段既适合于地面 UHF 电视广播的普遍建立,也适合于地面各频段通信密集的工业发达国家使用。现在美、加、日、英、德、韩国等使用这个频段,我国也将 12GHz 频段作为卫星电

视广播之用。

卫星电视广播的一个频道带宽应有 27MHz,而实际只有 19.18MHz。因此相邻频道频带重叠,有效辐射区将会产生相邻频道干扰。为了防止这种干扰,采用了改变电波极化的方法,邻国之间采用不同的频道、不同的极化进行卫星电视广播。由于现在卫星轨道越来越紧张,在同一轨道位置或相邻位置有多颗卫星并存是常见的现象(可参见第五章的相关资料),由此引发的问题只能是各国或各卫星公司间进行协调解决。

2000 年世界无线电行政大会的一个重要内容,是对第一区和第三区广播卫星业务(BSS)重新进行了规划。

我国属于第三区,在重新规划中获得 4 个广播卫星轨位资源,每个轨位有两个下行波束,每个波束有 12 个频道,共计 96 个模拟频道资源。我国现有 4 个轨位资源,分别为 62° E、92.2° E、122° E 和 134° E。其中 62° E 有两个国家(中国与阿尔巴尼亚)使用;92.2° E 为我国专用。该轨位在我国地面天线的接收仰角较高。对我国开展卫星由视广播业务极为有利;134° E 为我国与瑙鲁(南太平洋一个岛国)及巴布亚新几内亚共用;122° E 为我国香港特别行政区和澳门特别行政区使用,使用该轨位的还有美国托管的关岛、北亚里亚纳以及老挝。◀

换极化波方式,使之能最有效地接收卫星来的信号。圆矩转换器用来将圆波过渡到矩形波导,以便固定极化方向,便于与高频头相连。通常对馈源有如下要求:馈源要放在焦点位置,其方向性图符合抛物面场强分布的需要;馈源及其安装支架应尽可能减少对孔径面的阻挡,以免使增益下降而旁瓣加大;馈源所辐射的能量应全部通过抛物面再向空间辐射,避免向空间直接辐射;要保证实际工作所需的频带;馈源辐射经抛物面反射后的电场极化方向应保持原有的设计要求。

3、高频头:高频头由低噪声微波放大器(LNA)、镜像频率抑制的带通滤波器、下变频器和前置中放组成,用来将天线接收的卫星信号进行低噪声放大和一次变频,将其转换成频率为950~2150MHz的RF信号。由于它只起到一个降低频率的作用,故又称降频器。高频头是卫星接收系统的关键部件之一,它直接决定接收机的灵敏度。目前的高频头常与馈源组成一体化结构(即馈源一体化高频头,简称LNB),从而减少了中间连接,降低了插入损耗,有利于提高整机的信噪比。这种高频头全部采用微带结构,大大缩小了一体化高频头的体积和重量。

卫星接收系统常用的高频头有C波段和Ku波段两种。C波段高频头的频率范围为3.4~4.2GHz,Ku波段高频头有几种类型,其频率范围分别为10.7~11.8GHz、11.7~12.2GHz、11.7~12.75GHz等。

(二)、室内部分(数字卫星接收机):

1、调谐器:用来接收由室外高频头输入的卫星信号(RF信号),并对该信号进行放大、滤波和二次变频,将其转换成频率为36MHz的第二中频信号。

2、解调器:解调器包含D/A转换器、QPSK解调器、Viterbi解码器和前向纠错单元。其中D/A转换器用来将调谐器输出的I、Q信号转换成两路字长6位的数字信号,QPSK解调器解调经过四相相移键控(QPSK)方式调制的信号,再经过Viterbi解码,去交织和解扰后,输出标准的188字节传输码流。

3、解复用器:由于传输码流是一种包含了多种成分的复用码流,对于多载波(MCPC)而言,传输码流中包含了若干套节目,每个节目又包含了音频、视频和传输数据;对于单载波(SCPC)而言,传输码流中包含了音频、视频和传输数据等部分。目前的MPEG-2解码器只能解码单个音频或视频信号。因此,解码前必须对传输码流解复用,将其分解成只包含音频或视频的基本码流。

4、MPEG解码器:MPEG解码器包括音频解码和视频解码器。其中视频解码器主要提取控制信息和输出符合ITU-R 601建议格式的视频数据。音频解码器解码后则输出PCM立体声数据。

5、视频编码器:视频编码器的作用是将由视频解码器输入的视频数据进行D/A转换,按照ITU-R 601建议

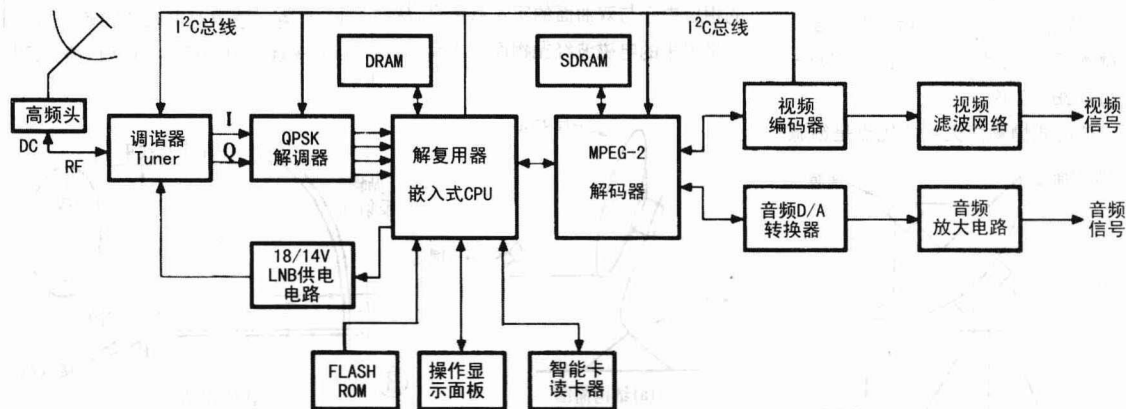
的要求,将视频信号转换成符合NTSC或PAL制式的模拟电视信号,并以CVBS复合视频信号或S视频信号输出。

6、音频D/A转换器:音频D/A转换器的作用是将由音视频解码器输出的PCM音频数据转换成具有左、右声道的模拟立体声音频信号。

7、控制电路:主CPU、程序存储器(EPROM或FLASH)、数据存储器(DRAM,SDRAM)、总线驱动器和各种接口电路组成的控制电路是机器的控制中心。主要的作用是控制和协调各部分电路的工作,按照设计的程序完成机器的各种功能,以及通过操作面板接口和遥控器接口与使用者进行人机对话。

8、电源电路:数字卫星接收机均采用开关电源供电,一般为脉宽调制式开关稳压电源,这种电源具有功耗小、转换效率高、工作可靠、保护完善和稳压范围宽等特点。其输出的3.3V、5V、12V、21V、30V分别供给机子各部分使用。

从以上的简单介绍中我们不难看出,一套完整的数字卫星接收系统其实就是室内和室外两部分,而室外的天线和高频头大家都已非常熟悉了,而且也很简单。我们以后文章的重点则放在室内部分,即数字卫星接收机的介绍上,力求用通俗的语言将其工作原理、各部分组成及功用,各种接收机的解决方案等等硬件知识讲解清楚,使大家对当前的数字机知识有一个初步的了解。



卫星接收天线和高频头简介

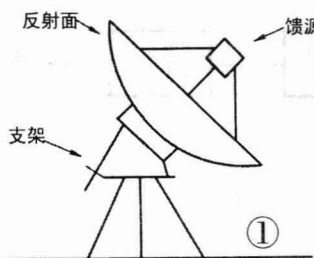
一、卫星接收天线

卫星接收天线通常采用面天线(天线还有一种就是线天线,它是由导线组成的,导线的长度比横截面大得多,一般用在长、中、短波波段),其工作原理是利用高频无线电波的似光传播特性来接收电磁波能量。通过增大天线的面积,可提高所截获电磁波的能量,从而获得足够强的接收信号。抛物面天线一般由反射面、馈源和支架等部分组成。反射面可采用金属板、金属网或玻璃钢材料(即我们俗称的板状、网状和玻璃钢三种),经过机械压制而成;馈源一般由各种形状的渐变波导结构构成。抛物面天线按照反射面与馈源所处相对位置的不同,又可分为前馈天线、后馈天线和偏馈天线3种;按照天线工作原理的不同,又可分为普通抛物面天线、卡塞格伦天线和平面天线等多种。

1、前馈式抛物面天线

前馈式抛物面天线是我们最常见的天线,其结构简图如图1所示。图中,馈源被安装在反射抛物面的焦点处,馈源的口面与反射面的口面相对且相平行,由反射面反射的电磁波集中反射馈源内。天线面的直径(又称口径),用 D 来表示,而抛物面后中心到馈源的距离称为焦距,用 f 来表示。用于卫星接收的抛物面天线的焦距口径比(f/D)一般为 $0.38 \sim 0.42$ 。

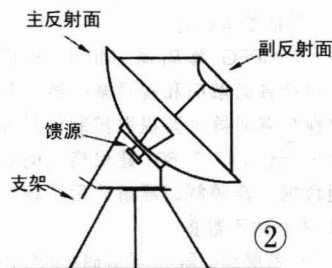
前馈式抛物面天线的优点是馈源



对空中电磁波的遮挡小、结构简单、成本低、安装调试容易。大口径前馈式抛物面天线的缺点是安装调试高频头不方便,而且高频头位于抛物面焦点处,太阳光有时被聚焦到高频头上,使高频头的温度升高,降低了信号的信噪比,对高频头的可靠性和寿命也有一定的影响。目前,一般2米以下都可以顺利接收了,当然这得益于现在卫星下行信号功率越来越强的原因。

2、后馈式抛物面天线

后馈式抛物面天线,又被称为卡塞格伦天线,由抛物面主反射面、双曲面副反射面和馈源喇叭构成,如图2所示。从图示中我们很容易看出这种天线是利用了二次反射。



由于抛物面主反射面的实焦点与双曲面副反射面的虚焦点重合,而馈源的相位中心与双曲面的实焦点重合,从卫星射来的电磁波经抛物面一次反射,

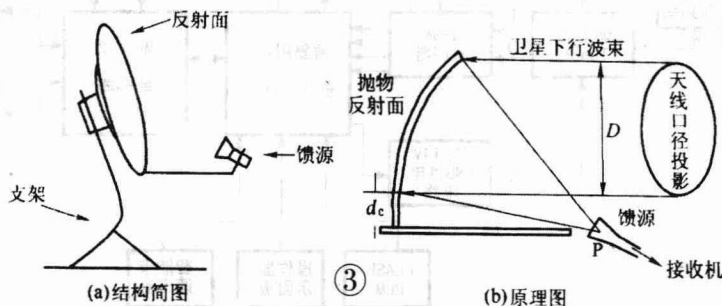
再被双曲面二次反射后,被聚焦于馈源的相位中心,同相叠加。

由于后馈式抛物面天线设计的焦距口径比(f/D)一般选为 0.3 左右,所以后馈式抛物面天线的纵向尺寸可以做得较小。

后馈式抛物面天线的优点:纵向尺寸小,馈源安装在主反射面顶点的背后,既可以缩短馈源和LAN之间的距离,减小传输噪声,又可以防止阳光直射,特别适于热带地区使用;天线的效率高,在相同增益的条件下,比前馈式的口径小;对于大型抛物面天线来讲,后馈式的造价较低。但是,后馈式抛物面天线结构复杂,制造、安装、调试的技术要求高。

3、偏馈式抛物面天线

偏馈式抛物面天线适合于小口径天线,且特别适合接收Ku波段的卫星电视信号,其结构简图如图3(a)所示,图3(b)为其原理图。偏馈式抛物面天线的反射面是在某一参数抛面的非顶点处截取一块曲面构成的,馈源安装在原抛物面的焦点上,馈源口面对准反射面。由于馈源的安装位置不在反射面的中心法线上,所以被称为偏馈式天线。正因为馈源不在反射面与卫星的连线上,避免了馈源对电磁波的遮挡,因而这种天线的效率最高。显然偏馈又是相



对于正馈而言的。偏馈式天线的优点是噪声系数较小、阻抗不受反射波影响,具有较好的驻波系数,效率高。缺点是:极化隔离性较差,结构不对称,加工难度大,不易自制。

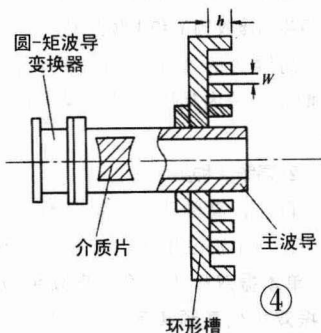
4、天线的馈源

说到天线,就不得不提到馈源,在卫星电视接收天线中,馈源作为天线的初级辐射器,是天线的心脏。其作用是对经反射面反射来的电磁波进行整理,使其极化方向一致。并进行阻抗变换,使馈源中由圆波导传播的电磁波变换成高频头中由矩形波导传播的电磁波,从而提高天线的效率。

根据天线结构的不同,馈源也分为两大类:一类是前馈型馈源,适于普通前馈式抛物面天线使用,常用的前馈型馈源有环形槽馈源和单环槽馈源;另一类为后馈型馈源,适于卡塞格伦天线配套使用,常用的后馈型馈源有圆锥喇叭馈源、阶梯喇叭馈源、变张角喇叭馈源和圆锥介质加载喇叭馈源等。下面主要介绍环形槽前馈型馈源的结构。

环形槽馈源由带环形槽的主波导、介质移相器和圆-矩波导变换器三部分构成,如图4所示。主波导是直径为 $(0.6 \sim 1.1)\lambda$ (λ 为接收电波的波长)的一段圆波导,在其外端口配有一个有3~4圈环形槽的空心圆盘,称为波导环(或称扼流槽,我们称之为馈源盘),它的作用将在下面介绍。

介质移相器由移相介质片按一定方向插在圆波导中构成。介质移相器的

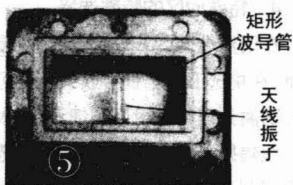


作用是,当传输电波经过介质片时,使电波产生一定的相移量,从而使电波完成极化的变换。

圆-矩波导变换器是由圆形波导向矩形波导过渡的过渡波导段,通过它完成电波的阻抗变换和模式转换。

环形槽馈源是一种大张角喇叭,不同焦距口径比 (f/D) 的天线,配用不同口径的环形槽馈源,以提供不同的照射张角。这种馈源的优点是:结构简单,加工容易,尺寸小,对电波遮挡小。由于现在的卫星节目大部分都是以线极化方式工作的,只有圆极化时才需要介质移相器的。

Ku波段的高频头大部分是一体化结构,它的波导环一般采用梯形多环式,并紧密固定在波导管周围。Ku波段正馈源和偏馈源的区别就在于波纹槽的结构不同。C波段分体结构馈源的矩形波导管有一段在高频头上,天线振子内置在高频头上的矩形波导管内,其安装位置如图5所示。它的作用是将抛物面天线(实质上应该是天线的反射面)反射过来的电磁波聚焦到馈源内置天线上,并耦合到高频头的高放电路。馈源中的天线振子属于线性单谐振天线的对称型半波天线,它的长度应该是接收电波波长的 $1/4$ 左右。单极化馈源中有一个天线振子,双极化馈源中有两个相同但相互垂直,互成 -90° 度角的天线振子。



5、天线的极化

电磁波在空间传播时,其电场矢量的瞬时取向称为电磁波的极化方向。如果电磁波在传播过程中由电场矢量描出的轨迹,沿电磁波传播的方向看去可有线极化波、水平极化波、垂直极化波、斜极化波、右旋圆极化波、左旋圆极化波之分。

一个线极化波可以分解成为两个极化方向相反的圆极化波;同样一个圆极化波也可以分解成为极化方向相互垂直的两个线极化波。电磁波的极化特性决定于发射天线与馈源的结构。接收天线的馈源的极化方式必须与所接收的电磁波的极化方向相匹配,否则,天线效率将会下降。线极化波的接收,只需将馈源的方波导口的长边与极化方向垂直即可。但圆极化波的接收则必须经过极化器将圆极化波转变为线极化波,才能实现极化匹配。极化转换是由接收天线的馈源中的极化器内的介质片或销钉等装置来完成的。

目前,我国中央及各省、市的卫星电视节目均采用线极化波,有水平极化与垂直极化两种形式。所用的馈源中均没有介质片。

需要强调的是,现在高频头有弯头和直头两种,两种高频头的外观大不相同。在实际应用中,可根据所接收信号的极化方式,灵活调整极化角。

6、卫星接收天线的选用

选择天线时主要考虑天线的电性能与机械性能两方面。电性能主要考虑天线的效率。相同口径的天线,如果其效率不同,则接收效果可能大不相同。选择效率高的天线,可以在保证其增益满足设计要求的前提下,减小口径,从而减小天线的占用空间。机械性能主要考虑天线的抗风能力。机械结构合理的天线,其机械强度大、不易变形,一经安装固定完毕,就坚固可靠,并能抗击大风的袭击,从而保证系统长期稳定工作。

(一)选择天线口径

1. 根据要接收卫星的等效全向辐射功率和系统对接收图像质量要求(等级),选择天线的口径根据卫星的EIRP覆盖图可查得接收点的EIRP值,根据EIRP值和接收点的图像等级(个体接收图像质量一般为3~3.5级,集体接收图像质量一般为4~4.5级)选用合适的卫星接

表 1 C 波段天线口径推荐值(最小值)

EIRP 值 (dBW)	天线口径(m)	
	个体接收	集体接收
39~36	1.2~1.5	2.4~3
36~34	1.5~2	3~4
34~32	2~3	4~6

表 2 Ku 波段天线口径推荐值(最小值)

EIRP 值 (dBW)	集体口径(n1)	
	个体接收	集体接收
54~50	0.3~0.6	0.75~1.2
50~48	0.6~0.75	1.2~1.5
48~46	0.75~0.9	1.5~2

收天线。表 1 和表 2 给出 3 级以上图像质量 C 波段和 Ku 波段 EIRP 值对应的天线最小口径。

表中“EIRP”是卫星通过其发射天线将微波信号发射到地球表面上覆盖区内的任何地方,其下行信号的等效全向辐射功率,简称 EIRP,计量单位为 dBW。一般 Ku 波段 EIRP 中心值要大于 C 波段的 EIRP 值,因为卫星上 Ku 波段转发器的功率均大于 C 波段转发器的功率。

2. 根据噪声温度选择天线口径

噪声温度是影响天线效率的重要指标,噪声温度与天线类型、口径大小、仰角大小等因素有关。

3. 根据用途选择天线口径

对于个人接收,由于安装条件的限制,尽可能选用精度高,安装、调试方便,口径较小的天线。而对有线电视台、站则要求信号质量好,且可靠性、稳定性高,宜采用 4.5m 以上的天线。

(二)选择天线类型

1. 选择前馈式天线还是后馈式天线

从前面对这两种天线的结构及工作过程等方面的介绍可知,前馈式天线由于高频头接在位于抛物面焦点的馈源喇叭前面,离地面较高,馈线用量较大,安装、维护较困难,信号衰减较多,但是其结构简单,造价比后馈式天线低。后馈式天线尽管其结构较前馈式天

线复杂,但后馈式天线的效率可提高 10%~15%。

2. 选择板状天线还是网状天线

可以根据当地的最大风力、空气污染程度等自然因素来选择。网状天线适合于风力较大的地区,尽管其增益比板状天线低,但价格却便宜一半。板状天线由于其具有使用寿命长,适用于大中城市、工业区和空气污染严重的地区。

(三)其他方面的选择

1. 选择馈源

要选择极化调整方便,能工作在垂直极化和水平极化两种状态的馈源。

2. 选择天线的跟踪、驱动方式

大口径天线多用双轴跟踪方式;小口径天线可用单轴跟踪方式,也可采用双轴跟踪方式。天线驱动有手动、电动和自动三种方式,前两种均为人工定位,功能简单,造价低。第三种方式通常是采用单片机来控制双轴跟踪天线,完成自动选择、跟踪一颗或预置几颗卫星等功能,保证天线处于最佳接收状态。

3. 偏馈式天线的选择

Ku 波段接收小天线有正馈与偏馈两种方式,其中正馈式天线的焦距相对短一些。由于在相同尺寸情况下,偏馈式天线比正馈式天线的增益略高(因天线的效率高),因此小口径天线接收 Ku 波段几乎都采用偏馈式天线。

4. 特殊地区的特殊选择

在沿海地区,由于盐雾和霉菌侵蚀严重,在挑选卫星电视接收天线时可选择经防腐处理的反射面和馈源;在太阳紫外线辐射严重的高山地区,不宜选用玻璃钢制品的天线,以防老化而缩短天线使用寿命。在有台风的地区,选择天线时要十分注意天线的支撑结构是否坚固,为减小风压负荷还可以考虑选用网状天线。

二、高频头

1. 高频头原理

高频头(LNB)又称低噪声放大变频器,它安装在卫星电视接收天线上,

属室外单元。它由波导微带转换器、微波低噪声宽带放大器、微波混频器、第一本振和第一中频前置放大器组成。其电路框图如图 6 所示。

早期的高频头不仅价格贵,而且是单极化的,必须与馈源配合使用,现在的高频头常与馈源组成一体化结构(简称 LNBF),便于安装、调试与使用。

高频头有如下功能:

(1). 提高系统的载噪比

载噪比是用载波电平 C 和噪声电平 N 之比表示的卫星电视接收系统的信噪比(我们可以理解为灵敏度)。在天线和接收机已选定的情况下,选用合适的高频头,可提高接收机解调输入信号的载噪比(C/N)。例如,宽带高频头的增益不如窄带高频头;双本振高频头的增益不如单本振高频头。

(2). 进行频率变换

由天线接收下来的高频卫星电视信号,经高频放大器放大后送入混频器,同时本机振荡器产生的高频信号也送入混频器。两个不同频率的信号在混频器内进行混频差拍,产生第一中频信号。C 波段高频头的本振频率一般为 5.15GHz(双本振高频头的另一本振值是 5.75GHz),卫星电视高频信号一般为 3.7~4.2GHz(现在的扩展频率为 3.4~4.2GHz),本振频率减去卫星电视信号下行频率,可得到 C 波段的第一中频频率,即 5.15GHz - (3.7~4.2)GHz;950~1450MHz。Ku 波段卫星电视信号的下行频率为 10.75~12.75GHz;带宽为 2.00GHz,是 C 波段的 4 倍。因此,Ku 波段的高频头本振频率有几种,不同本振频率的 Ku 波段高频头的接收频率和中频范围见表 3。

高频头的性能指标主要有:功率增益、带内幅频特性、噪声特性等。

2. 高频头种类

目前,高频头的产品品种主要有:C/Ku 波段单本振单极化高频头、单本振双极化单输出高频头、双本振双极化高频头等几种类型。单

本振双极化高频头, 通过卫星电视接收机提供的直流电源 13V / 18V 进行极化方式切换。下面主要介绍双本振高频头。

(1). Ku 波段双本振高频头

Ku 波段频率范围在 10.75 ~ 12.75GHz, 带宽 2000MHz, 超出了接收机的频率范围。为了达到全频段接收, Ku 双本振高频头把 Ku 波段频率分为高低二段, 即 10.7 ~ 11.8GHz 和 11.7 ~ 12.75GHz。对应的双本振频率分别为 9.75GHz 和 10.6GHz(也有 10.75GHz 的), 两个本振的工作由 0 / 22KHz 开关来切换, 两个本振始终只有一个在工作, 这样可以把整个 Ku 波段频率转变到接收机所能接收的 950 ~ 2150MHz 中频范围内。

(2). C 波段双本振高频头

C 波段双本振高频头的双本振是同时工作的, 不需要切换。高频头内水平极化探针和垂直极化探针各连接着一个本振。接收到的双极化信号分别进入两个本振。比如, 水平信号对应的本振频率为 5150MHz, 则输出的中频频率在 950 ~ 1450MHz 范围内; 垂直信号对应的本振频率为 5750MHz, 输出的中频频率为 1550 ~ 2050MHz; 如果把高频头转动 90°, 高频头两个本振输出的中频频率则刚好相反。这样就可以把 3.7 ~ 4.2GHz 范围内的双极化 C 波段信号转变为 950 ~ 2050MHz 的中频信号同时输出, 无需 0 / 22KHz 开关或 13V / 17V 电源开关切换。这样做的目的主要是为了工程上使用方便, 因为不需要使用双极化馈源和两个高频头, 只需一根电缆就可同时输出水平、垂直双极化信号。使用这种高频头的前题条件是: 接收机的中频带宽一定要在 950 ~ 2050MHz 范围内, 才能保证节目不遗漏。

使用这种高频头, 对于模拟卫星电视接收机, 只要接收机带宽足够即可, 不管有无双极化切换功能, 都能收到双极化信号, 这对于早期

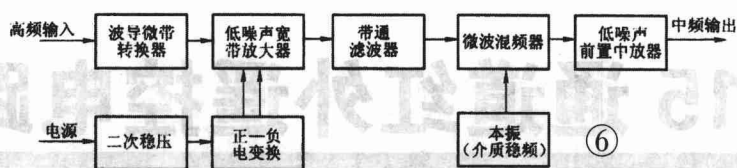


表 3 本振频率 Ku 波段高频头的接收频率和中频范围

本振频率 (GHz)	适宜接收频率范围 (GHz)	中频频率范围 (MHz)
9.75	10.70 ~ 11.9	950 ~ 2150
10.25	11.20 ~ 12.40	950 ~ 2150
10.75	11.7 ~ 12.75	950 ~ 2000
11.25	12.2 ~ 12.75	950 ~ 1500
11.30	12.25 ~ 12.75	950 ~ 1450

不具备 13V / 17V 切换开关的机器来说非常适用。但对于现在的卫星数字电视接收机来说较麻烦, 因为双本振同时工作, 所以首先要搞清楚两个极化方向各自对应的本振频率, 如让水平极化信号连接低本振频率 5150MHz, 垂直极化信号连接高本振频率 5750MHz (当然也可以相反, 只要转动高频头 90°), 然后在设置接收机参数时就要注意把水平信号的本振频率设在 5150MHz, 垂直信号的本振频率设在 5750MHz。至于参数中的极化方式则可任意设置, 对接收没有影响, 这样就可把双极化信号收齐。使用这种高频头, 还需要卫星接收机有对双本振的支持才行。

(3). C / Ku 波段复合高频头

这种高频头是把 C 波段高频头和 Ku 波段高频头做在了一起, 共用 C 波段高频头的一个馈源, Ku 波段高频头装在 C 波段高频头的上边, 这样做的好处是用同一面 C 波段正馈天线就可以收齐同一颗卫星上的 C、Ku 波段的所有节目, 这就是所谓的一网打尽。两个高频头都是双极化单输出的, 这样就有两个输出端子, 用一个 22KHz 开关即可切换。现在市场上的典型型号是 PBI 的 4200, C 波段高频头的本振是 5150 MHz, Ku 波段高频头的本振

是 10750MHz, 使用这种高频头时应注意, C 波段和 Ku 波段高频头的极化设置正好相反, 即 C 波段为常规设置, 那么在接收 Ku 波段节目时, 如果原来是水平极化节目, 则在接收机上应设成垂直极化才能收到节目, 反之亦然。

(4). 其它几种高频头。实际上只要你现在能想到的, 能用得到的, 所有种类的高频头都出现了。常规的是单极化单输出的不带馈源的高频头, 它们一般用在工程上, 其余的均为馈源一体化高频头。双极化单输出的各本振 C、Ku 波段高频头。再有就是 C 波段双极化双输出高频头, 每个输出只有一个单一极化, 即一个是水平极化输出, 另一个是垂直极化输出, 它同 C 波段双本振高频头一样, 13V/18V 的极化切换电压在这里都不起作用。还有就是 Ku 波段双极化双输出高频头, 这种双输出和前面的又不一样, 它的每一个输出端口都还是双极化可选的, 也就是说它相当于两个独立的高频头。当然还有 Ku 波段双本振四输出高频头, 可以分别输出高低本振的水平、垂直极化, 另一种四输出的高频头是分别输出四路相同的信号, 相当于四个高频头。

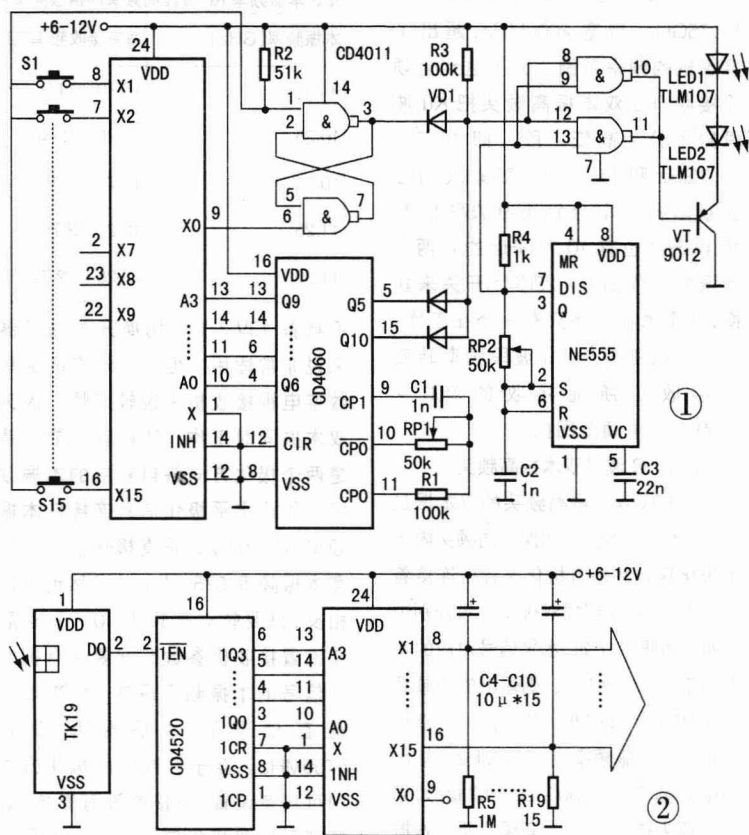
15 通道红外遥控电路

□ 瞿贵荣

本文介绍一种利用模拟电子开关进行编码和译码的红外遥控电路,15个编码控制键与译码输出——对应,操作简便、响应速度快,可广泛用于电风扇、电动窗帘、装饰彩灯、视听设备及家用电器等的遥控操作。

编码发射电路由时钟振荡器、模拟电子开关、编码控制键、双稳态触发器、红外载频振荡器、与非门调制器、输出驱动器及红外发射管等组成,电路如图1所示。CD4060是14位二进制串行异步计数器,内含振荡器及14级计数单元,但只有10个计数输出信号被引出。时钟振荡频率 $f=1/2.2RP_1 \cdot C_1$,要求 $C_1 \geq 100\text{pF}$, $RP_1 \geq 1\text{k}\Omega$, $R_1 \geq 10RP_1$,否则不易起振。本文根据电路需求,通过调整 RP_1 ,使 $f=16384\text{Hz}$ 。由二进制计数频率公式 $f_{Q_n}=f/2^n$ 不难算得:Q5端输出频率 $f_{Q_5}=512\text{Hz}$ 作其准同步脉冲信号使用;Q10端输出频率 $f_{Q_{10}}=16\text{Hz}$ 作计数闸门,决定Q9~Q6按0000~1111循环变化一周最多允许通过的脉冲个数。

CD4067是16选1模拟电子开关,因公共端 $X=0$,故当A3~A0受CD4060的Q9~Q6控制、按0000~1111循环变化时,X0~X15将依次输出低电平。CD4011是二输入端器与非门,共有两个与非门组成双稳态输出脉冲负跳变沿触发R-S触发器,另两个与非门并联后作调制器。调制器的一个输入端送入38kHz红外载频信号,另一端被R3、VD1~VD3构成的二极管与门扩展为三个输入端,这三个信号的作用是:R-S触发器输出信号由编码开关S1~S15控制,决定编码脉冲个数;CD4060的Q10输出(16Hz)信号决定脉冲重复频率;



Q10输出信号作同步脉冲。每当CD4060计数到Q10~Q6=10000时,CD4067的X0=0,R-S触发器被置位。在未编码时,送入调制器的脉冲个数最多,为16个;按S1~S15进行编码控制时,送入调制器的脉冲个数与闭合的键号相同,比如按S8时,有8个脉冲送入等。更详细的脉冲时序关系可自行分析。

单时基电路NE555构成无稳态多谐振荡器,输出的载波振荡频率可按 $f=1.44/(R_4+RP_2)C_2$ 估算,调 RP_2 使频率为38kHz左右。此信号经编码脉冲调制和VT放大后,驱动两只红外发光管向外发射红外遥控信息。

接收电路如图2所示,一体化红外

接收头TK19(或BA5302等)从红外载波信号中解调(去载波)出编码信号,送至CD4520进行计数,选通模拟电子开关CD4067的X1~X15端,输出与编码——对应的控制信号。CD4520是双4位二进制计数器,这里只用其中一个计数器,并采用脉冲下降沿触发方式。C4~C10和R5~R19组成充放电延时电路,由于电容两端的电压不能突变,可防止按Kn编码键时,在Xn输出以前小于Xn的端子输出控制信号,避免干扰执行电器或电路正常工作。这里因 $X=0$,所以X1~X15输出的是低电平控制信号,若想使用高电平控制信号,可将①脚接正电源,使X1=1即可,但此时C4~C10和R5~R19的位置应互换。

□刘鲁香 李 静

自适应零电压开关电子镇流器

美国国际整流器(IR)公司最近又推出一种型号是 IR2520 的荧光灯电子镇流器专用 IC(ASIC)。该芯片是一种自适应零电压开关(ZVS)电子镇流器控制器与半桥驱动器。ZVS 技术使功率开关有非常小的开关损耗,从而降低了功率器件的温升,有助于提高系统可靠性和效率。

IR2520 采用 8 引脚 PDIP 和 8 引脚 SOIC 封装,芯片上集成了电压控制振荡器(VCO)、600V 半桥驱动器、自举二极管、过电流(即电流波峰因数大于 3 时)感测与保护电路及自适应 ZVS 控制逻辑等单元,其基本结构及典型应用电路如图 1 所示。

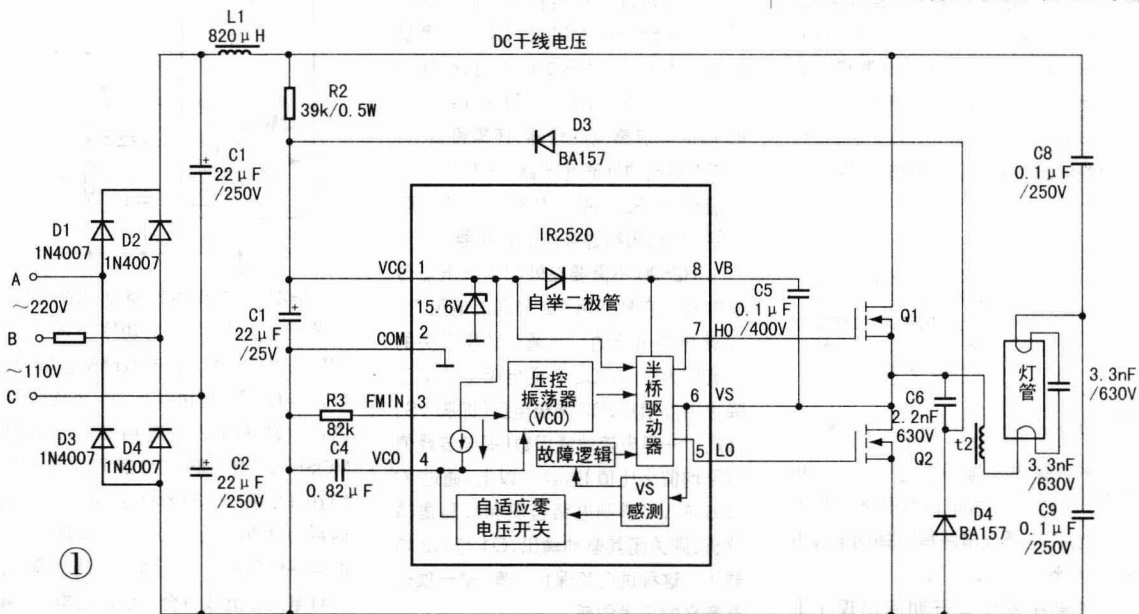
图 1 所示的荧光灯交流电子镇流器电路有三个输入端,其中 A 和 B 接 220V 市电,B 和 C 用于接 110V 市电。110V 的 AC 输入采用二极管 D2、D4 和电容 C1、C2 组成的倍压整流滤波电路,同样会产生约 300V 的 DC 输出干线电压。

接通 AC 电源后,电网电压经二极管整流及电容 C1、C2 与电感 L1 滤

波,产生约 300V(实际上在有载下约 285V)的 DC 输出电压。在 IC 脚 1 与 DC 干线之间接有启动电阻 R2,流过 R2 的电流对电容 C3 充电。当 C3 上电压上升到 IC 脚 1 的导通门限电平(约 13.2V)以上时,Vcc 脚导通,并被内部的齐纳二极管箝位在 15.6V。一旦 Vcc 导通、压控振荡器则被启动并开始振荡。IC 脚 4 内部的电流源对外部电容 C4 充电,C4 上的电压线性升高,压控振荡频率从开始时的 100kHz 线性降低。当脚 4 上电压超过 24V 时,IC 内部的波峰因数检测电路和自适应 ZVS 则被赋能工作。随脚 4 上电压继续增加,振荡器频率持续降低。当振荡器频率接近镇流器输出级扼流圈 L2 和电容 C7 等组成的 LC 串联电路的固有频率时,则发生串联谐振。串联谐振时在电容 C7 两端产生一个高压脉冲(为高频总电压的 Q 倍,其中 Q 为品质因数,Q 值约为 2~4)施加到灯管,使灯管击穿而点亮。一旦灯管点燃,VCO 输出频率降至最小值。VCO 的最低工作频率由 IC 脚 3、外部电阻 R3 决定。当选择

$R3=82k\Omega$ 时,最低工作频率是 35kHz,该频率即为灯管正常点燃时的工作频率。在灯正常点燃期间,扼流圈 L2 只起镇流作用。此时,L2 与传统工频电感式镇流器作用是一样的。但是,由于通过 L2 的信号为 35kHz 的高频,在感抗($X_L=2\pi fL$)一定时其电感值较小,故 L2 的体积很小,通常仅为工频(铁心式)电感镇流器的 1/5 乃至 1/100 在 35kHz 工作频率下,IC 脚 4 上的电压 $U_{vco}=5.2V$,并保持不变。图 2 示出了 VCO 的频率特性。图中,当 $t=t_1$ 时,IC 脚 4 上电压 $U_{vco}=2V$,此时 IC 过电流检测(即波峰因数检测)和自适应 ZVS 开始使能。在 $t=t_2$ 时,发生 LC 串联谐振,灯被启动。当 $t=t_3$ 时,IC 脚 4 上电压 $U_{vco}=5.2V$, $f=35kHz$,并且 U_{vco} 和 f 均保持恒定,意味着灯启动之后被置于正常工作状态。由于电容 $C8=C9 \gg C7$,LC 串联谐振频率 $f_0 \approx 1/2\pi \sqrt{L2 \times C7}$ 。

在 IR2520 启动之后,脚 5 上的输出方波脉冲驱动半桥低端开关 MOSFET(Q2)首先导通。在 Q2 导通



可控硅过零触发调压器

□ 张 斌

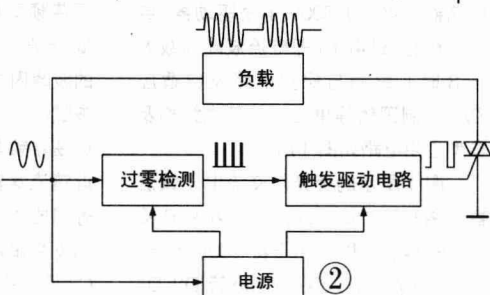
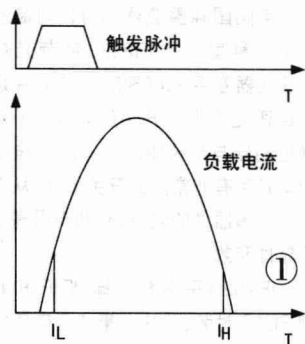
可控硅调压器广泛应用于风扇调速、灯具调光等场合。由于可控硅是开关器件,本身损耗小,比起变压器调压来,可以节省不少电力,同时体积小、重量轻、稳定可靠。目前常见的民用可控硅调压器普遍使用移相触发的方式,这种触发方式电路简单,成本低廉,调压范围宽。但是这种方式,负载上得到的是不完整的正弦波,因而含有很大的高次谐波分量,对周围电器易造成干扰。同时,负载上波形失真大,虽然对于电热器具而言没有什么影响,但是对于电动机如电风扇而言,在导通角偏离0度较大时效率明显降低,发热加重,且发出较大“嗡嗡”声。所以有必要改进移相触发的可控硅调压方式。

过零触发是可控硅的另一种触发方式,它虽然电路较复杂,但是由于是在正弦波过零时触发,所以对电网的干扰

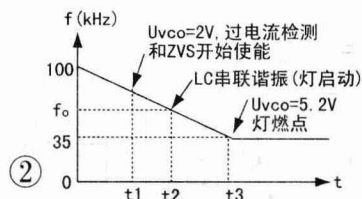
小,是更为“清洁”的调压方式。下面简单介绍双向可控硅过零触发及其电路。

我们知道,双向可控硅两端可以加上不同极性的电压,门极的电压亦可正可负,只要门极的电压、电流 V_{GT} 、 I_{GT} 达到一定的要求,均可使可控硅导通。因而,使用双向可控硅可以很方便地实现对交流电的导通和关断。

双向可控硅的触发原理与单向可控硅类似。当门极中流过的电流大于触发电流 I_{GT} 时,可控硅导通;这时,若流过可控硅两个端子A1、A2的电流大于闭锁电流 I_L ,则可控硅被闭锁在导通状态,撤去门极电压后仍能维持导通;但若



时,脚1上的 V_{CC} 电压通过IC内自举二极管对脚8与脚6之间外部连接的自举电容 $C5$ 充电。只要 $C5$ 上的充电电压达到9V以上,半桥高端开关 $Q1$ 则导通, $Q2$ 截止。 $Q1$ 和 $Q2$ 交替导通,在中间点(即 $Q1$ 源极与 $Q2$ 漏极之间的公共连接点)输出占空因数是50%的方波脉冲电压。经过 $L2$ 之后,流入灯管的电流接近于正弦波波形(频率为35kHz)。



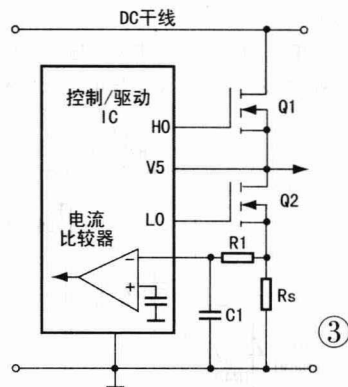
半桥输出连接的电容 $C6$ 及二极管 $D4$ 和 $D3$,组成电荷泵电路。在IC启动之后,电桥泵电路提供辅助电源电压,施加到IC的 V_{CC} 脚。

如果在系统运行期间出现了非

ZVS,通过IC脚6(脚 V_S)检测和内部自适应ZVS控制电路,强迫系统在ZVS下操作。

传统常规的电流检测电路如图3所示。在低端开关MOSFET($Q2$)源极串连一支不大于 0.5Ω 的电阻 R_S 作为电流感测元件。为防止尖峰脉冲输入到IC内的电流感测比较器,还需设置 $R1$ 和 $C1$ 组成的低通滤波器。一旦出现过电流情况, R_S 上的压降超过设定门限电平,IC则履行过电流保护功能。

IR2520不需要在外部附加电流传感电阻,它是利用 $Q2$ 导通态电阻 $R_{DS(on)}$ 来感测电流的。当通过功率开关的电流增大时,在 $Q2$ 导通电阻上的电压降也相应增加, $Q2$ 漏极电压(即脚 V_S)升高。一旦电流波峰因数(即电流峰值与平均值之比)达到3以上,通过IC脚6内 V_S 感测电路检测和故障逻辑分析,则关闭其驱动输出, $Q1$ 与 $Q2$ 均截止。这种过电流保护方案,是一项很有意义的技术创新。



IR2520主要用作驱动40W以下的荧光灯。灯的额定功率不同, $Q1$ 、 $Q2$ 、 $L2$ 及 $C7$ 等元件参数略有差异。例如,当灯管额定功率在16~28W范围内时, $Q1$ 和 $Q2$ 应选用500V、2A的MOSFET(如IRFC420等), $L2$ 电感值约在1.8mH和3.5mH之间, $C7$ 容量通常为3.3nF~5.6nF。灯功率越大, $L2$ 的电感值则越小,具体通过调试确定,使灯电流接近或符合灯的额定电流。◀