

卫星电视接收技巧与实践

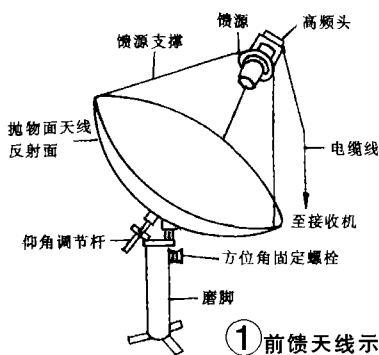
器材篇

■ 邓新夏 柏卫平

一、天线

1、前馈式卫星天线的原理与结构

前馈天线的特征是由反射面的前端聚集电波能量,因此它的结构比较简单,造价也比较便宜,一般县、乡级转播站都使用前馈天线为多,特别象 $\phi 1.5$ 米的收 $105.5^{\circ}E$ 的正前馈天线,曾风靡过大江南北。由于目前大都卫星信号已大大增加,因此接收天线口径不需要很大。一般情况下,转播点 $\phi 1.8$ 米~ 2.4 米足矣,单收站 $\phi 1.2$ 米~ 1.8 米足矣(由于各卫星强场的不同需求

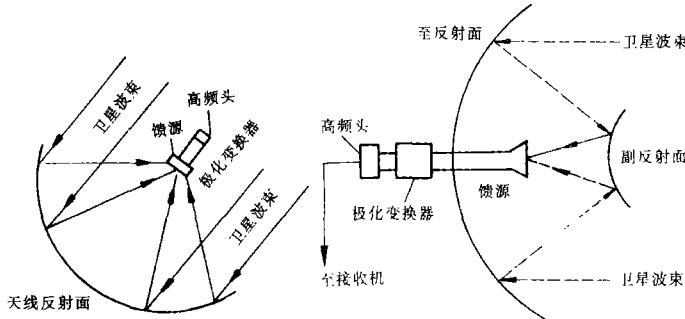


①前馈天线示意图

各不相同)。它的基本结构如图 1 所示。

2、后馈天线

与前馈相反,后馈天线的聚焦口是在反射面的后端,是通过二次反射传达到高频头的,由于它结构是从卡赛格伦天文望远镜进化而来的,因此也称作卡赛格伦天线,如图 2 所示与前馈天线相比,其主要优点有①改善天线的电性能,尤其提高了天线口径的利用率,因为有两级反射,所以端口场强的振幅分布达到最佳化。②结构紧凑、馈电方便。因为照射器靠近主面顶点



②后馈天线示意图

而向副面照射,馈线可很方便地从主面后面伸出,接收机的高频部分可以直接放在主面后面靠近馈源,从而大大缩短高频馈线长度,这在单脉冲系统及低噪声系统中具有重要意义;③由于双镜面天线用短焦距抛物面实现了长焦距抛物面的性能,所以缩短了天线的纵向尺寸,较有效地解决了存在于单镜面天线中的焦距长时性能虽好但结构复杂的矛盾;④由于与馈源对着的是双曲面,双曲面的反射把馈源辐射的能量散开了,因此在双镜面系统中返回馈源的能量较单镜

面天线要少,从而减少了馈源的失配。

这种天线的缺点是副面边缘绕射效应比较厉害,引起口面场振幅起伏和相位畸变,加上副面的遮挡使增益有些下降,旁瓣电平升高。另外,这种天线

较短,所以不容易穿透乌云及雨水。而雨衰对信号的损耗量,是以乌云的厚度、雨量的多少及信号穿透障碍物的时间。

一般来讲,靠近东方及西方的低接收仰角卫星,其雨衰损耗量会较大。越靠近正南方的高接收仰角卫星,其雨衰的损耗量会比较小。因为接收仰角越靠近地平面,信号要穿透云层的时间较长,且信号与雨水接触的角度最大,更容易受雨水所阻挡而形成衰减。

由于受到地球阴影遮蔽了太阳光照射到卫星而形成“蚀”的情形,会使得太阳能电池无法发电而必须暂停或减低供应会消耗大部分功率的卫星中继器的电源。此种

因地球阴影所发生的“蚀”现象,为每年春分,秋分的前后约 6 周。卫星发生“蚀”的现象,会因卫星的位置不同和天线位置不同而有先后不同的“蚀”时间,所以每颗星影响的时间都不相同;有些高功率的卫星为了使影响的时间延后,就故意将卫星的位置尽量往西偏移;比如日本首颗高功率的直播卫星“BS 卫星”为了使影响的时间延后就将其安置在东经 110 度轨道位置的原因了。

同理,在相同的时间中由于地球运转的关系,使得在每年春分、秋分的前后会使得地球、卫星、太阳成一直线,使得天线在接收卫星广播时也会受到太阳杂音的干扰,此

种干扰严重的时候甚至于会无法接收到讯号。

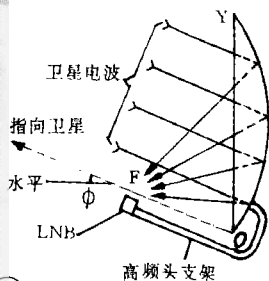
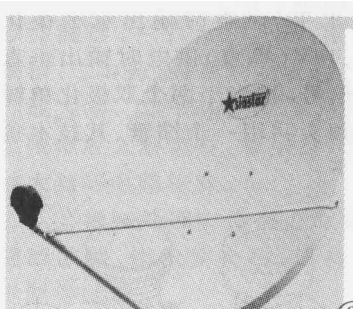
从地上的接收点望之,当太阳通过卫星的背后时,由于将太阳所发生的强烈杂音一起接收,因此会受到干扰。此种现象称为“阳光黑子”的干扰。这种干扰会随卫星位置的不同而有先后次序的时间,比如位于东经 169 度卫星,对我国影响的时间约在上午 8 点左右;位于正南方的东经 120 度卫星就在 12 点左右;位于东经 76.5 度的“亚太 2R”影响的时间约在下午 4 点左右。这种影响会发生于每年 3 月与 10 月的最初 2 周内会发生,在此一期间内,每天会发生干扰一次,会持续数分钟,而且连续在 3~6 日内发生。◀

造价昂贵,大都用在宾馆等,但也有例外,象日本本土收 BS 居然可以做成只有 20 厘米的后馈天线!

3、偏馈天线

如果把正馈天线划出任一部分用来接收或发射信号,就成了“偏馈天线”。一般做成椭圆形的。其实偏馈天线不是有意将馈源放偏,而是一种错觉,它的相位中心仍在原焦点上,它的显著特点是效率高,通过计算,要比同口径的前馈天线高出 25% 以上。另外还有:偏馈天线能有效地降低天线口面遮挡影响,使天线方向图的旁瓣小,大大优于前馈和后馈天线;能获得极佳的“驻波系数”;由于架设时与地面几乎垂直,所以能有效抵御雨雪对它的影响。

还有其它结构天线如螺旋天线,平面微带天线等等。这里不再一一列举。偏馈天线结构如图 3 所示。

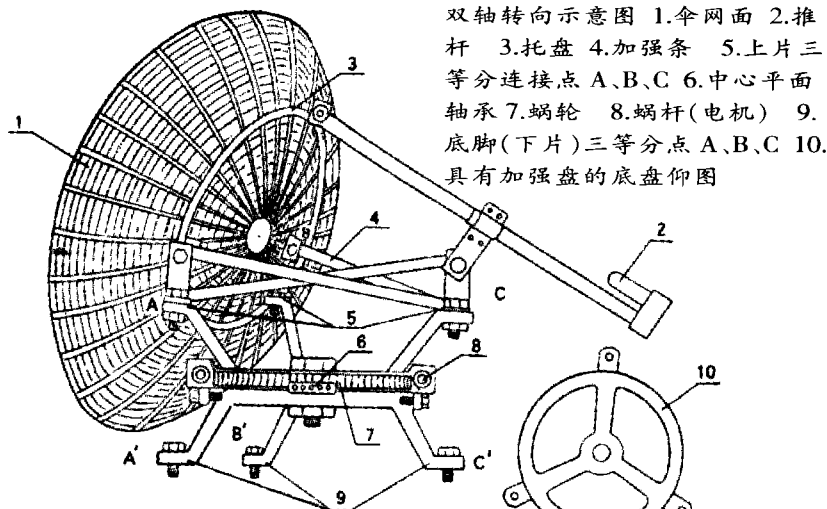


③ 偏馈天线

4、极轴转动天线

卫星天线的驱动方式有手动和机动(电动)两种,天线的跟踪也可分成两种:双轴跟踪和单轴跟踪。

双轴跟踪天线的原理是对方位角和仰俯角同时加以跟踪,一般用于口径比较大的天线,如果用数学方式来表示,我们可以把方位确定为 X 轴,把仰角作为 Y 轴,那么,在亚太上空定向卫星的轨迹就可以看作 X 与 Y 轴卫星坐标点的集合。假定我们采用口径为 3.2 米的大形天线,驱动就应该采用重型推杆,方位和仰角个一支。当然也可以采用蜗轮式传动,图 4 展示了一种双轴网状天线示意图。天线控制器(简称“天控器”)在这里起到了“四两拨千斤”的作用,本装置采用了 PBI 生产的 SAC-2200 型



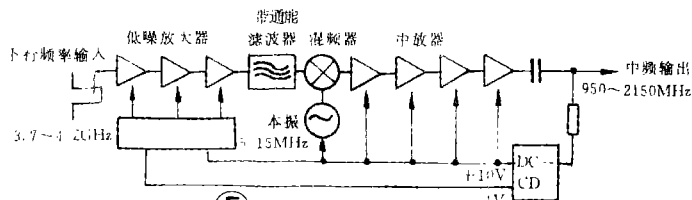
④ 一种网状转向天线示意图

双轴天控器,它具有自动选择(精度可小于 0.3 度)、跟踪某一个或预置几个卫星(精度可小于 0.1 度)等功能,使天线迅速地找到视角范围内的任何一颗需要的卫星,并以信号跟踪的方式保证天线处于最佳接收状态。

双轴转向示意图 1.伞网面 2.推杆 3.托盘 4.加强条 5.上片三等分连接点 A、B、C 6.中心平面轴承 7.蜗轮 8.蜗杆(电机) 9. 底部(下片)三等分点 A、B、C 10. 具有加强盘的底盘仰视图

分比作一个人的话,那么高频头就好比人的眼睛,其“视力”的优劣直接影响它的灵敏度,可见其重要性。它的电路框图如图 5 所示。

高频头的作用是:(1)提高系统的灵敏度。即在天线和接收机已选定的情况下,选用合适的高频



⑤ 高频头电路图

单轴跟踪天线 又叫做极轴转向天线

在天控器的配合下可以自动寻星、对星和微调。特别适用于家庭个体接收,故又俗称“极轴套站”。这里包含了三大单元:驱动单元,由电动推杆或蜗轮机组成;控制单元,由 PBI 生产的 EZ-2000 型天控器组成;结构单元,由精心设计的极轴座架组成。特别强调的是:极轴座架的好坏直接影响整个系统的精度和强度,具体可参阅后面实践篇介绍。

二、高频头

1、基本概念

卫星电视接收机高频头(LNB)又称低噪声放大变频器,安装在卫星天线上,属室外单元,它由微波低噪声放大器、微波混频器、第一本振和第一中频前置放大器组成。如果把卫星接收的室外部

头,可提高接收机解调输入信号的载噪比 C/N。例如,宽频带高频头的增益不如窄频带高频头;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也送入混频器。两个不同频率的信号送入混频器后,由于混频器是个非线性的器件,使天线送来的信号与本振送来的信号在混频器内进行混频差拍,从而产生第一中频信号(950~2050MHz)。

高频头的性能指标主要有:(1)功率增益。一般可以达到 60~65dB。(2)带内幅频特性。带内幅频特性是指在输入电平恒定的情况下,当输入信号频率变化时,输出端电平变化的特性。功率增益与幅频特性这两个指标是相互矛盾的,

如果要求增益高,幅频特性通讯以保证;如果要求增益低些,可以相对改善幅频特性。一般要求幅频特性平坦,在 $\pm 1\sim 2\text{dB}$ 之间。(3)噪声特性。噪声是高频头中一项非常重要的指标,一般宜选用低噪声的高频头,高频头的噪声特性可用噪声系统或噪声温度来描述,二者的换算关系见表1所示。

表1 噪声系数与噪声强度换算表

噪声温度(OK)	噪声系数(dB)	噪声系数(dB)	噪声温度(OK)
10	0.148	0.10	6.8
15	0.220	0.15	10.2
20	0.291	0.20	13.7
25	0.360	0.25	17.2
30	0.429	0.30	20.7
35	0.496	0.35	24.3
40	0.563	0.40	28
45	0.628	0.45	31.7
50	0.693	0.50	35.4
55	0.757	0.55	39.2
60	0.819	0.60	43
65	0.881	0.66	46.8
70	0.942	0.70	50.7
75	1.002	0.75	54.7
80	1.061	0.80	58.7
85	1.120	0.85	62.7
90	1.177	0.90	66.8
95	1.234	0.95	70.9
100	1.291	1.00	75.1

噪声系数定义为放大器输入端(高频头内有低噪声放大器)的信噪比与输出端信噪比的比值(用dB表示),它用表表示信号经过放大后损失了多少信噪比。噪声温度用OK表示,00K时表示没有噪声。这也是基于自然界中的事实,当绝对0度时(-273.16°C)分子停止运动,瞬息万变然没有噪声了。C波段高频头的噪声温度一般要求在200K以上,Ku波段高频头的噪声系数一般要求0.6~1.2dB,即43~920K。

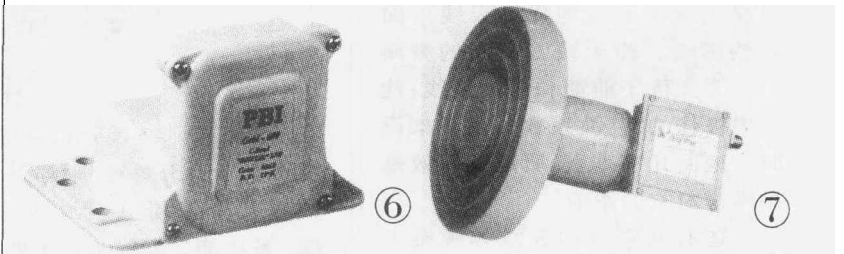
2、C波段高频头

记得我们在安装使用普通电视天线时,有VH-1(1-5)、VH-2(6-12)、U(13以上)等3个频段,使用的天线尺寸相差很大,为的就是与不同频率的无线电波产生共振以提高接收效率。同样道理,同步卫星发射下来的无线电波频率很高,如果是在3.7~4.2GHz,就称为C波段,因此高频头的天线振子只有几毫米到十几毫米。本振频率

一般是5.15GHz,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 $5.15\text{GHz} - (3.7\sim 4.2)\text{GHz} = 950\sim 1450\text{MHz}$ 。

C波段高频头可以分为单极化和双极化两种,其不同处是它的谐振腔内安置单一的天线振子(单极化)或者是互相垂直的两根天线振子(双极化)

图6为C波段单极化高频头,图7为C波双极化高频头。



3、Ku 高频头

如果同步通信卫星的发射频率超过5位数,那么就进入Ku波段了(更高的还有Ka波段),为了接收这么高的无线电波,科学家就发明了Ku高频头。Ku波段卫星信号的下行频率为10.7~12.7GHz,带宽为2.05GHz时,是C波段的4倍!因此,Ku波段的高频头本振频率得有几档,它的第一中频频率等于卫星信号下行频率减去高频头的本振频率。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2。

表2 不同本振频率的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	10.70~11.2	950~1450
10.25	11.27~11.7	1020~1450
10.75	11.7~12.2	950~1450
11.25	12.2~12.75	950~1500
11.30	12.25~12.75	950~1450

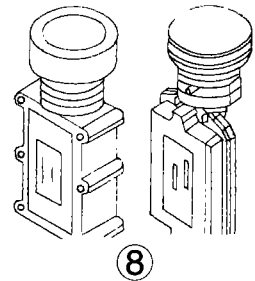
Ku高频头除了上述适应不同的频段的功能以外,与C波段高频头一样,也有(单极化)或者(双极化)两种选择,其结构原理也与C波段高频头一样。但是不知道怎么会事,单极化Ku高频头要比双极化价格高得多。

图8为Ku高频头。

4、复合型高频头

现在复合型一体化高频头将天线、馈源与有源部分即高频放大、本振、混频结合在一起,并已做成双极化双频段高频头。例如,有一种工程用C/Ku双极化三输出复合高频头。它由C波段双振单输出高频头与Ku波段双极化双输出高频头经过加工改制而成。C波段双极化高频5150MHz和5750MHz,两个本振的高频头哪个接收水平极化或垂直极化根据所接收卫星电视节目的下行频率而

定。Ku波段的高频头具有两个独立的输出,而每个输出均可以输出水平和垂直极化的信号,接收机18V(水平)供电时输出水平极化信号,14V(垂直)供电时输出垂直极化信号,相当于两个双极化单输出高频头共用一个馈管,其技术参数如下:



C波须高频头,

本振频率为5150/5750MHz;输出频率为H:950~1450MHz,V:1550~2050MHz;噪声温度为150K。

Ku波段高频头,本振频率为11.25GHz;接收频率范围为12.20~12.75GHz;本振稳定性为 $\pm 500\text{kHz}$ 增益为65dB;噪声系数为0.5dB。

三、卫星电视接收机

如果说,高频头好比是整个系统的眼睛的话,那么,卫星电视接收器就好比是它的心脏那么重要

了。随着 IRD 制造业日新月异的发展,卫星电视接收器已经从原来那种模拟的、手动的、单声道的初级机发展到现在的数位压缩的(甚至是 HDTV 的)、自动的、可变立体声的(甚至是 AV5 数码立体声的)高档机。下面分别加以说明。

1、模拟卫星电视接收机

由于早期形成的模拟卫星接收技术正在被数位压缩技术所替代,因此这种模拟卫视接收机正在逐步淘汰之中,从早期的好几千元/台的如今的 2-3 百元/台,但是还不能说它已经完全退出了历史舞台,部分模拟卫星节目还在播出,欲看印度等发展中国家的卫星电视还得用到它,特别是如果作为调试用途时它的一目了然其它数字机所没法比的。

模拟卫星电视接收机由以下几大部分组成

①变频调谐解调电路由一中频滤波器、一中频放大器、第二混频器、二本振、频道调谐电路、二中频放大器、二中频滤波器、AFC 控制限幅放大解调器(鉴频器)、基带放大器等电路组成。

②视频处理电路由去加重、低通滤波器、钳位放大器、极性选择电路等组成。

③伴音处理电路由带通滤波器、变频器、本振、伴音调谐电路、伴音解调器、伴音低通滤波器、去加重、音频放大等电路组成。

④微处理器(CPU)控制电路由微处理器 CPU 和 CPU 的接口电路、CPU 的存储器电路、工作状态显示、遥控电路的红外线发射、接收电路等组成。

除此以外,还有电源电路、极化控制电路和射频调制器等,我们可以从下面的各种方框图、电路图和实物图分别加以了解。

2、数字卫星电视接收机

卫星数字直播业务是 20 世纪 90 年代初刚刚在全球兴起的高科技产业,它是全球数字化、信息化和网络化革命的产物。

严格地讲数字机还谈不上真正意义上的数字电视,而仅仅是数

位压缩而已,但是和模拟机相比,已经是大大改观了。

与卫星模拟电视相比,卫星数字电视有以下几个显著优点:

(1)有较低的接收门限,其传输节目质量高,图像质量比较稳定。

(2)提高了频谱利用率,传输一路模拟电视节目的卫星通道可传 4~8 路数字电视节目,传输节目数量多,可满足观众日益增长的需求。

(3)可灵活地组合多种业务传输,既能进行电视广播传输,也能进行声音和数据广播传输。

(4)传输方式灵活,可以用单路单载波(SCPC)方式,也可用多路单载波(MCPC)方式。

(5)降低每套电视节目传送运行的成本。传送一套数字电视节目的成本只有一套模拟电视节目的几分之一价格(近年来,一个卫星转发器的年租金已高达 200~300 万美元,C 波段约 200 多万美元,Ku 波段约 300 多万美元)。

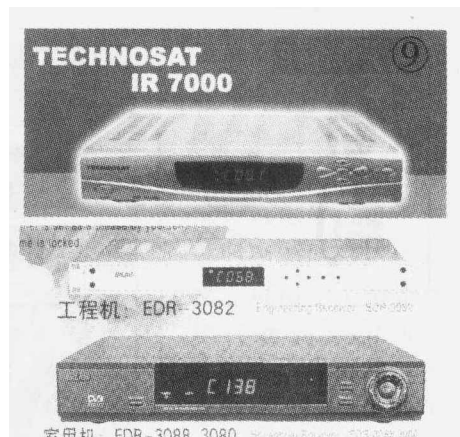
(6)容易实现加扰加密,实现条件接收和对用户的授权管理。

数字机不会象模拟机那样产生“雪花”,电视画面呈现两个极端,要么清楚、要么看不到,如果讯号很勉强时会出现“马赛克”。有发展头脑的生产商对在数字机上留置 322 升级口,可以将早期版本的数字机升级成为最新版本的。这样可以大大提高一个产品的使用周期。

3.插卡(条件)卫星接收机

目前这种数字解码接收机的一般有 4 种模式(今后可能还会增加):第 1 种为寻址解码,采用 Irdeto(爱迪德)加密方式,如我国的 CBTv 系统(110.5 度)、泰国的 UBC 系统(78.5 度)、泛美 10 号的南非系统(68.5 度);第 2 种另一种为 CA 插卡机,采用 VIACCESS(法国电讯)加密,如台湾的华人卫视系统(76.5 度);第 3 种称之为 Nagra Vision 方式如菲律宾的“梦幻”系统;第 4 种是 NDS 系统,如亚洲 3S 上的 Star TV 系统(105.5 度)。

早期生产的寻址解码器都由节目商发放,每台机器都有自己的地址由节目商计算机管理,如果你



不是从节目商手里买的机器,随便找一台,尽管一模一样也是收不到加密信号。但是,如今也采用了 IC 插卡式授权,机器中只要有加密方式的模块(如 Irdeto 爱迪德)都可使用,故也称为“模块机”。目前这种类型的机器有早期的 GI3100,目前的接收 UBC 专用的“三光机”、PACE 机,更值得一提的是目前好几家国内的 IRD 生产商生产的这类机器比国外或境外生产的更优越、适用更广泛。比如由江苏张家港生产的“银河-IR7000”、深圳同洲生产的 CDVB2000D,不但能接收几乎所有的寻址解码节目,连普通的免费数字节目照样能收看,在这方面国外机是望尘莫及的。从而打破了“外国的月亮比中国圆”的神话。当然,既是条件插卡机,IC 卡是不能少的,目前能提供这方面的节目商有泰国的 UBC 系统、我国的 CBTv 系统等等。

CA 插卡机其实就是在普通的数字机上加装 VIACCESS(法国电讯)机构而已,因此普通的数字免费节目照看不误。这种机器随处可买,但要收到加密节目需要插入一张从节目商手里买的、象名片大小的 IC 卡。但是,目前这方面盗版非常猖獗,特别是在 76.5 度的 Ku 节目上更是“前赴后继、层出不穷”,让节目商防不胜防,但节目商也有捞钱的、耍赖的,鱼龙混杂、良莠不齐。正所谓“魔高一尺、道高一丈”,到底是魔高还是道高,评家自有分说。各种卫星接收机如图 8 所示。(下期专集将介绍实用接收技巧) ◀