



卫星电视接收与转发技术

WEIXINGDIANSHIJIESHOUYUZHUANFAJISHU

张 毅 编著

王银法 审校

厦门大学出版社

TNPR.1
32

卫星电视接收与转发技术

张 毅 编著 王银法 审校

厦门大学出版社

1991年

〔闽〕新登字09号

内 容 提 要

本书简要地介绍卫星电视接收与转发的基本原理。从实用的角度出发,系统地介绍了东芝 TSR—C₂、TSR—C₃ 等四种最常用的卫星接收机和浙江淳安无线电厂生产 DCH 系列电视发射机的工作原理和电路分析,并以大量的篇幅介绍设备的调试与维修。书中采用故障寻迹图的方式介绍各种常见故障的维修方法。全书深入浅出,通俗易懂,是一本具有启发性、实用性、资料性的读物。适合卫星电视收转站的工程技术人员,卫星电视接收技术爱好者阅读,也可作为相关的培训教材使用。

卫星电视接收与转发技术

张 毅 编著 王银法 审校

*

厦门大学出版社出版发行
福建省新华书店经销
浙江淳安印刷厂印刷

*

开本 787 × 1092 1/16 22印张 4 插页 535 千字
1991年9月第4版 1993年5月第2次印刷
印数: 5001—15000 册
ISBN7-5615-0415-2/O·31
定价: 12.80 元

前 言

我国于1985年8月租用了印度洋上空的“IS—V”卫星进行卫星电视广播,转发中央电视台节目。同年9月,国务院赠送“老、少、边”的53套卫星电视单收站正式开通,开始了我国卫星电视的新纪元。1988年3月,我国自行设计、制造的“东方红—Ⅰ”卫星上天,进一步推动了我国卫星电视事业的发展,成千上万的卫星电视接收站如雨后春笋般出现在我国大地。卫星电视正以其特有的优势,在中国这块辽阔的土地上迅速发展。据有关资料统计表明,至1990年底,我国的卫星电视接收站已达三万八千多个。

随着卫星电视接收与转发技术的蓬勃发展,广大电视工作者迫切需要有关使用与维护方面的书籍,尤其是广大城乡中小功率的卫星电视收转站,更是需要这方面的资料。为适应卫星电视广播的发展,本书把卫星电视接收技术与转发技术两部分的内容综合在一起介绍,以满足一些中小功率卫星电视收转站在设计、安装、调试和维修上的需要。

本书分为上、下两篇,上篇介绍了卫星电视接收的基本原理。对卫星电视接收设备的工作原理和性能指标作了详细的介绍。在此基础上,以目前国内用得较多的WS—1000、DBS—600A、东芝TSR—C2、TSR—C3等四种卫星接收机为主,介绍它们的特点和维修方法。下篇介绍卫星电视转发的基本原理,以目前销量居全国首位的浙江淳安无线电厂的产品DCH系列中小功率电视发射机为主,详细介绍有代表性的DCH—3—Ⅰ、DCH—10—Ⅰ、DCH—50—Ⅰ等三种机型的工作原理和特点以及维修调试方法。

在编写过程中,作者力求用通俗的语言,配上适当的插图(全书有近400幅图)来阐明卫星电视接收系统和转发系统的工作原理,尽量避开繁杂的数学推导,直接引用结果进行论述。

全书用了大量篇幅介绍设备的维修与调试。作者根据几年实际工作的心得体会,以故障寻迹图的方式介绍几种机型的维修调试方法,使读者能根据故障现象顺藤摸瓜,快速找出故障点,迅速排除故障。若本书能为卫星电视收转站的建设和维护起到一点作用的话,作者将感到极大的欣慰。由于作者水平有限,加上时间仓促,错误之处一定不少,欢迎大家批评指正。更欢迎读者来信共同探讨。

在本书编写过程中得到漳州电视大学领导和浙江淳安无线电厂领导和洪永坤工程师及总工室的工程师们的大力支持和协助,作者对此表示衷心的感谢。特别值得一提的是副总工程师王银法同志生前对本书的编写极为关心,为作者提供了大量的素材,并在1991年春节期間认真审阅了本书的初稿,提出了宝贵的具体而全面的修改意见,给了作者极大的帮助。对王银法同志的逝世表示深切的悼念!

张 毅

1991年8月于漳州电视大学

目 录

上篇 卫星电视接收系统.....	(1)
第一章 卫星广播电视.....	(1)
1.1 卫星广播电视的特点	(1)
一、电视信号的远距离传送	(1)
二、卫星电视的优点	(2)
1.2 卫星电视信号的传输	(3)
一、同步卫星	(3)
二、图象信号和伴音信号的处理与传输	(5)
三、卫星电视的上下行站	(7)
1.3 卫星电视频道的划分.....	(10)
1.4 我国通信卫星介绍.....	(11)
第二章 卫星电视信号及其计算	(13)
2.1 卫星电视信号及其计算	(13)
一、接收系统的质量评估	(13)
二、普及型卫星电视接收站技术要求	(14)
2.2 卫星电视信号的信噪比	(16)
一、天线的噪声温度	(16)
二、接收站的综合噪声温度	(17)
2.3 卫星链路的计算	(18)
一、卫星有效全向辐射功率(EIRP)	(18)
二、卫星电视信号下行的衰减	(18)
三、地面接收机的输入载波功率 P_R	(19)
四、地面天线指向的计算	(20)
五、系统信噪比的计算	(20)
六、卫星链路计算实例	(21)
七、卫星链路计算的 BASIC 程序	(22)
第三章 信号接收系统(室外单元)	(24)
3.1 抛物面接收天线	(24)
一、抛物面天线的参数	(24)
二、抛物面天线的原理	(27)
三、抛物面天线的种类构成	(27)
3.2 馈源	(28)
一、馈源喇叭	(28)
二、移相器与波导	(29)

3.3	微波带通滤波器	(33)
一、	微带传输线	(34)
二、	微波滤波器	(40)
3.4	低噪声组件(高频头)	(40)
一、	低噪声场效应管放大器	(40)
二、	下变频器	(42)
第四章	室内单元	(46)
4.1	功率分配器	(46)
4.2	第二中频放大电路	(47)
一、	二本振电路	(47)
二、	第二中频放大器	(48)
三、	限幅器	(48)
4.3	带门限扩展的解调器	(49)
一、	调频门限的概念	(49)
二、	门限扩展	(50)
三、	具有门限扩展功能的解调器	(50)
四、	鉴频器	(52)
4.4	信号处理电路	(53)
一、	视频处理电路	(53)
二、	伴音处理电路	(55)
4.4	调制集成电路	(59)
一、	MC1374	(59)
二、	UPC1507	(61)
第五章	卫星电视接收系统的安装与调试	(63)
5.1	接收系统设备的选择	(63)
一、	系统参数的确定	(63)
二、	设备选择	(65)
三、	功率的储备问题	(66)
5.2	站址的选择	(66)
一、	微波干扰的影响	(67)
二、	干扰的估算方法	(67)
三、	克服微波干扰的方法	(68)
四、	防雷与接地	(69)
5.3	设备的安装与调试	(69)
一、	天线的安装	(69)
二、	馈源及高频头的安装	(70)
三、	室内单元的安装	(70)
四、	系统调试	(71)
第六章	卫星接收机的维修	(72)
6.1	常见故障分析	(72)

6.2	高频头的维修	(75)
6.3	WG—1000 型机的维修	(76)
	一、技术指标	(76)
	二、电路解析	(76)
	三、电路故障分析	(80)
	四、故障寻迹检修法	(82)
	五、维修资料	(86)
6.4	DSB—600A 接收机的维修	(87)
	一、技术指标	(87)
	二、电路解析	(88)
	三、电路故障分析	(93)
	四、DSB—600A 的改制式	(95)
	五、故障寻迹检修法	(96)
	六、维修资料	(100)
6.5	TSR—C2 接收机的维修	(101)
	一、技术指标	(101)
	二、电路解析	(105)
	三、电路故障分析	(109)
	四、故障寻迹检修法	(112)
	五、维修资料	(123)
6.6	TSR—C ₃ 接收机的维修	(124)
	一、技术指标	(124)
	二、电路解析	(125)
	三、故障寻迹检修法	(131)
下篇 卫星电视转发系统		(137)
第七章 高频小信号放大电路		(138)
7.1	谐振回路	(138)
	一、串联谐振回路	(138)
	二、并联谐振回路	(139)
	三、谐振回路的几个指标	(140)
7.2	输入滤波器与匹配电路	(142)
	一、输入滤波器的功能和要求	(142)
	二、滤波器的基本形式	(143)
	三、几种常用的滤波器	(143)
	四、匹配电路	(145)
7.3	耦合回路	(149)
	一、耦合系数和耦合因数	(149)
	二、耦合回路的频率特性	(150)
	三、电容耦合与电感耦合双调谐回路	(151)
7.4	DCH—50—I 型机输入滤波器简介	(152)
	一、I 波段接收输入滤波器	(152)

二、 π 波段接收输入滤波器	(153)
7.5 低噪声高频小信号放大器	(156)
一、三极管的工作状态	(156)
二、三极管电路的基本形式	(156)
三、单调谐放大器	(157)
四、双调谐放大器	(158)
五、传输线变压器与共基宽带放大器	(159)
六、负反馈对管宽带放大器	(163)
7.6 实际电路分析	(164)
第八章 变频电路	(166)
8.1 振荡器	(166)
一、振荡器原理	(166)
二、电感三点式振荡器	(168)
三、电容三点式振荡器	(169)
四、改进型电容三点式振荡电路	(169)
五、石英晶体振荡器	(171)
六、实际电路分析	(173)
8.2 倍频器	(174)
一、丙类倍频器	(174)
二、参量倍频器	(175)
三、实际电路分析	(176)
8.3 混频器	(177)
一、混频器的工作原理	(177)
二、混频器的质量指标	(178)
三、二极管环形混频器	(178)
第九章 高频线性功率放大器	(181)
9.1 高频功率放大器的组成和特点	(181)
一、高频功率放大器的组成	(181)
二、高频功率晶体管	(181)
三、功率晶体管的选择	(185)
9.2 高频线性功率放大器	(186)
一、工作状态的选择	(186)
二、直流馈电电路	(188)
三、宽频带功率放大器	(190)
9.3 功率的分配与合成	(193)
一、用 4:1 传输线变压器混合网络	(194)
二、用软电缆做成混合网络	(196)
三、3dB 定向耦合器组成的功率分配器与功率合成器	(197)
9.4 功放电路的实际应用	(198)
9.5 电子管高频功率放大器	(200)

一、FU—300F 金属陶瓷管的性能简介	(200)
二、电子管放大器	(201)
三、板极槽路谐振腔	(202)
四、实际电路应用	(204)
第十章 功能电路	(206)
10.1 自动增益控制电路	(206)
一、控制电压形成电路	(206)
二、AGC 控制电路	(208)
三、AGC 实际电路分析	(211)
10.2 延时高压电路	(211)
10.3 自动开关机电路	(213)
一、利用电视图象载频信号开关机电路	(213)
二、利用同步脉冲信号的开关机电路	(215)
10.4 直流电源	(216)
一、稳压电路	(217)
二、具有辅助电源的稳压电路	(219)
三、保护电路	(220)
四、实际晶体管稳压电源电路分析	(222)
第十一章 发射天线	(227)
11.1 发射天线的基本参数与指标	(227)
一、基本参数	(227)
二、发射天线的技术指标	(228)
11.2 发射天线原理与应用	(228)
一、折合振子天线	(228)
二、平衡——不平衡转换器	(229)
三、定向发射天线	(230)
四、全向发射天线	(232)
11.3 发射天线的测试与安装	(234)
一、发射天线的测试	(234)
二、发射天线的安装	(236)
11.4 转发系统的防雷与接地	(238)
第十二章 差转机的使用与调试	(240)
12.1 DCH 系列差转机产品简介	(240)
一、DCH—3—Ⅲ 电视差转机	(240)
二、DCH—10—Ⅲ 电视差转机	(248)
三、DCH—50—I 电视差转机	(256)
12.2 安装与使用	(263)
12.3 DCH—3—Ⅲ 电视差转机调试	(266)
一、24 伏稳压电源的调试	(266)
二、接收部分的调试	(266)

三、发射部分的调试	(269)
12.4 DCH—10—Ⅲ 电视差转机调试	(273)
一、1—5 频道接收放大盒调试	(273)
二、6—12 频道接收放大盒调试	(276)
三、1—5 频道激励放大盒调试	(277)
四、6—12 频道激励放大盒调试	(279)
五、功放盒调试	(279)
12.5 DCH—50—I 电视差转机调试	(282)
一、FU—300F 末级腔体调试	(282)
二、定向耦合器调试	(284)
三、自控部分	(285)
四、电源部分	(286)
五、整机调试	(289)
第十三章 差转机常见故障及一般 维修方法	(292)
13.1 检修差转机的常用仪器	(292)
13.2 差转机的检查方法	(294)
一、维修差转机的基本要求	(294)
二、维修差转机的原则	(294)
三、检查方法	(294)
13.3 元件质量检查方法	(297)
13.4 电路故障分析	(299)
一、中放单元电路	(299)
二、本地振荡电路	(300)
三、混频放大单元电路	(301)
四、前级功放电路	(303)
五、末级功放槽路	(303)
六、自动开关机电路	(304)
七、电源电路	(304)
13.5 故障现象寻迹法	(305)
一、开机时无输出	(305)
二、图象清晰度下降	(305)
三、网络干扰	(305)
四、杂波干扰	(307)
五、图象与伴音不同步	(307)
六、伴音干扰图象	(307)
七、图象扭曲变形	(307)
八、图象画面滚动不同步	(307)
九、彩色不好或无彩色	(309)
十、彩色套色不准	(309)
十一、彩色色调失真	(309)
十二、电视画面一片白,没有雪花点	(309)

13.6 故障寻迹检修图	(309)
附录.....	(330)
1. 卫星电视常用词汇英汉对照表	(330)
2. 彩色电视图像传输标准	(333)
3. 我国主要城市接收卫星方位表	(335)
4. 卫星接收机常用晶体管	(336)
5. 电视差转机功率晶体管参数表	(337)
6. 常用电缆及其插头座	(339)
7. WS—1000 卫星接收机线路图	
8. DSB—600A 卫星接收机线路图	
9. TSR—C ₂ 卫星接收机线路图	
10. TSR—C ₃ 卫星接收机线路图	

上篇：卫星电视接收系统

第一章 卫星广播电视

1985年8月1日,我国首次通过“国际V号通信卫星”的转发器向全国转发中央电视台第一套节目,使我国第一批建在“老”“边”“山”“少”的53个卫星地区站获得成功,这些地区的各族人民可以在当天收看到中央电视台的节目,开创了我国卫星电视广播的新纪元。五年多来,卫星电视广播事业得到迅速发展。现在已有成千上万个卫星电视收转站正在祖国大地上工作着,及时地把中央电视台和教育电视台的节目送到千家万户,极大地丰富了全国人民的精神生活,普及了电视教育事业。

1.1 卫星广播电视的特点

一、电视信号的远距离传送

为了把电视节目传送到远方去,有的国家根据站得高,看得远的原理,建造了很高的电视发射塔,以增加视距。如法国巴黎的电视塔和日本东京的电视塔其高度都是举世闻名的。然而,发射塔高度也是有限的,超过500米可以做到而超过1000米则不容易达到了。

我国有960万平方公里的国土,幅员辽阔,地形复杂,边远地区的电视复盖仍是一个重要问题。目前普遍采用的扩大覆盖区的办法是:

1. 微波接力法

在接近微波干线的某些地区,可以在邮电部门的帮助下,从微波站取得解调后的视频和音频信号,再经中频调制器调制后送入发射机的中频输入,通过发射机发射出去。

微波传送采用接力的办法,沿着地球的曲率面,每隔50公里装设一个微波接力站。电视信号先变换到微波频率上(4GHz),然后由第一个接力站接收天线接收,经站内微波设备放大后送出去给发射天线继续向前发射。第二个接力站按同样的方式再接收和发射。

2. 录带转播法

在一些边远地区根本无法收到电视信号,通过将节目录像带传送的方式把节目带到远方,经录相机和中频调制器调制后,通过发射机发射出去。

这种办法投资较少,但传播速度太慢。适应不了目前的需要,在我国使用卫星电视广播以后就很少用这种方式了。目前只用于播放文艺节目录象。

3. 卫星转播法

通过卫星电视接收设备,将卫星电视的信号接收下来进行放大、变频、解调去重等处理,还原成视频和音频信号经中频调制器调制后送入发射出去。

这是一种最为理想的扩大电视覆盖的办法。而且,因只经过一次转发,图象质量最好。现在我国已有近4万座卫星地面站。

4. 差频转播法,

在目前用于就近接收各省市电视台或其他高质量电视转播台的电视信号,经频道变换以后,以一定功率发射出去。起到一个扩大地方台覆盖面的作用。在目前地方台还暂时无法搬上卫星的情况下,还是一个被广泛采用的办法。差频转播法经多次转播以后,信号质量较差,采用差转办法转播节目时,源节目最好是四次以内的。

以上介绍的几种办法是比较常用的办法。在一些县市的电视转播台有时是这四种方法并用,以增加节目源。如用卫星天线接收中央台节目,用微波接力站接收省电视台节目,用录像机播放一些录象节目,用电视接收天线接收邻近地市的电视台节目。

二、卫星电视的优点

卫星电视是采用卫星上的转发器来进行电视节目广播的。由于卫星体积受发射时重量的限制无法做得很大,因此发射功率比较小。一般比地面电视信号的场强低20倍左右。利用卫星进行电视广播时,采用较高的频率,这样可以减少许多干扰,而且在卫星上可以使用小口径天线,有利减轻卫星的重量。

地面电视的视频信号采用调幅方式,而卫星电视采用调频制,和立体声的广播一样,采用调频制后,可以使接收输出信噪比高,抗干扰力强,接收设备较简单等优点。

利用卫星电视广播来扩大电视覆盖面,具有许多优点:

(1)覆盖面大能量分布均匀:卫星电视广播不受地理条件限制,可以解决边远地区的电视覆盖问题。我国地域宽广,利用卫星广播非常有利。一颗东方红—I就可以同时向全国转播电视节目。

(2)卫星电视广播质量高:地面接收的都是一次信号。没经过多次变换和传输,不会带来失真;地面接收站与卫星之间是按视距传输的,不经过其他折射和反射,不存在重影、干扰;由于卫星广播电视的频率较高,可以避开低频段内的工业干扰和其他无线电干扰;卫星广播电视采用调频制,输出信噪比较高,抗干扰能力较强。

(3)传输的容量大:广播卫星采用高频段后,工作频率较高,易实现高质量的传输以外,也有传输容量大的特点:KU波段带宽800MHZ,可以安排40套节目,C波段带宽500MHZ,安排有24套节目。

(4)投资少、见效快:各地方自己可以建个3米~4米的地面接收站,就可以很好地接收卫星电视广播,不象微波接力那样,需要一站一站地传递信号。建好一个就可以马上开通使用,效益非常明显。

正是由于卫星电视广播具有许多明显的优点,才能使得短短五年内,卫星地面接收站从一开始的53个迅速发展到目前的三万八千多个。

1.2 卫星电视信号的传输

一、同步卫星

要实现卫星电视广播,就要有一个相对地球不动的宇宙电视台。它就是静止的广播电视卫星。其实同步卫星也是绕着地球作圆周飞行的。它的轨道平面与地球的赤道平面相平行。它以恒定的速度绕地球旋转。绕地球一周的时间是 23 小时 56 分零 9 秒,正好是地球上一个恒星日时间。因为地球也是以这个周期自转的,卫星和地球也就“同步”了。因此把这种卫星叫做“同步卫星”。从地球上看来,同步卫星就象一颗在地球上空静止不动的卫星。

世界上第一颗同步卫星是美国在 1964 年发射的“同步 3 号”卫星,它成功地将当时在东京举行的第 18 届奥运会的电视实况传到美国。

我们知道地球是绕着地轴自转的,赤道卫星垂直于地轴的平面,为了保证同步卫星能够和地球同步运行,卫星也必须在赤道上空运行。

我们还知道地面上的物体质量为 m ,所受的重力加速度为 g 。所以物体的重量 $W=mg$ 。当物体离开地面 h 高度时,也就是离开地心为 $R+h$ 时,见图 1-1,地心引力减小,重力加速度只有

$g \cdot \frac{R^2}{(R+h)^2}$ 。另一方面 m 质量的物体在

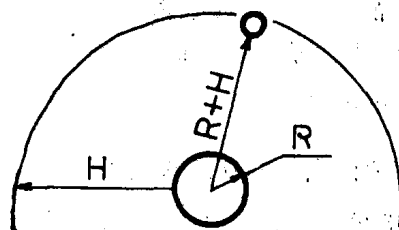


图 1-1 卫星高度计算

作圆周运动时的离心力为 $m \frac{V^2}{r}$,其中 V 为切线方向的线速度, r 为旋转半径。对于一个离地心距离 $R+h$,以速度 V_s 绕地心旋转的卫星,其离心力是 $M_s \cdot \frac{V_s^2}{R+h}$, M_s 为卫星 S 的质量,当卫星所受重力与卫星所受离心力平衡时,

$$M_s \cdot g \cdot \frac{R^2}{(R+h)^2} = M_s \cdot \frac{V_s^2}{R+h} \quad (1-2)$$

或

$$V_s^2 = g \cdot \frac{R^2}{R+h}$$

时,卫星既不飞离地球,也不落到地球上,保持绕地球飞行状态。在式(1-2)中 R 和 g 为定值,而 h 和 v_s 为变量,可由人们掌握控制的。选择较小的 h ,即卫星离地面较近,地心引力较大,卫星飞行速度就得快些。否则不能满足式(1-2)。卫星会掉下来。反之,选择较大的 h 时, V_s 就要小一些,不然卫星会飞离地球。

但是,既然要使卫星成为同步卫星,就必须使卫星具有和地球同步的速度,才能使之与地球自转保持一致,也就是 $\frac{2\pi(R+h)}{V_s} = T = 23 \text{ 小时 } 56 \text{ 分 } 9 \text{ 秒}$ 。

即

$$V_s = \frac{2\pi(R+h)}{T} \quad (1-3)$$

将(1-3式)代入(1-2式)得

$$\left(\frac{2\pi(R+h)}{T}\right)^2 = g \cdot \frac{R^2}{R+h}$$

$$(R+h)^3 = \frac{gR^2 \cdot T^2}{(2\pi)^2}$$

解得

$$h = \sqrt[3]{\frac{gR^2 T^2}{(2\pi)^2}} - R \quad (1-4)$$

将 $T=23$ 小时 56 分 09 秒 $=86164$ 秒

$$g=9.8 \times 10^{-3} \text{ km/s}^2$$

$R=6370 \text{ km}$ 代入式(1-4)并得

$$h = 42230 - 6370 = 35860 \text{ Km}$$

这就是说同步卫星的轨道只能是离地面高度为 35860 公里的赤道上空的圆形轨道上。

在这么高的高空上的卫星能覆盖多少面积呢? 我们可用下列办法予以估算。见图 1-2。S 点设为同步卫星, 圆周为赤道。卫星发射的波束与赤道相切在 A、B 点, 这时 $\theta = \sin^{-1} \frac{R}{R+h} \approx 8.7^\circ$, 即卫星的覆盖区对应张角为 $2\theta = 17^\circ$, 这时地心角约为 160° , 只要有三个卫星就可保证张角大于 360° 。即所谓的“三星照全球”。

既然卫星可以幅射 $\frac{1}{3}$ 周长的赤道长度, 也就是说张角为 17° 时, 幅射的赤道长度 $L = \frac{1}{3} \times 2\pi \times 6370 = 13341.3$ 公里 > 2 倍地球半径。这样, 就是一颗卫星能够覆盖三分之一的地球表面。这是同步卫星所能幅射的最大面积。一般的广播卫星只要求覆盖本国或本地区, 则张角就不必有 17° , 只要很小的一点就行了。日本的 BS 卫星张角为 $1.4^\circ \times 2.0^\circ$ 。德国的卫星 TV-SAT 张角为 $0.72^\circ \times 1.62^\circ$ 就足以服务本国领土了。

卫星在太空中由于受到来自宇宙各星体的影响: 例如太阳的引力场会使轨道倾角每年发生 0.269° 的变化; 月亮也有一个十四天为一周期的相对于地球赤道的变化(月球的变化在地面上表现为海洋的涨潮和落潮时刻的变化); 地球本身的重力场也是不均匀的等等。这些因素都会不同程度地造成卫星的漂移。为了及时修正卫星的漂移使地面设备能够准确地接收卫星的信号, 卫星上必需配备有能改变卫星位置的小型喷射装置。喷射装置需要燃料, 这些燃料是从地面上带来的。因此卫星的燃料储备往往成了决定卫星寿命的重要因素。目前各国正在研究开发高效能的燃料。相信近期内卫星的寿命可以突破 10 年。

因为卫星上的燃料决定卫星的寿命。所以说卫星上其它控制、通信和广播系统的设备寿命必须选大于卫星的寿命。太空中的条件是极为恶劣的。压力很低, 辐身很强, 有宇宙尘埃的撞

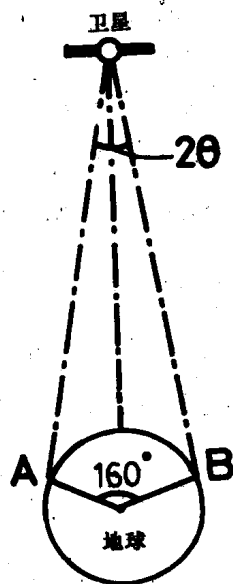


图 1-2 卫星对地球张角

击,还有卫星发射的冲击和振动,对卫星上设备都是一个非常严峻的考验,决不能允许有一个元件出故障的。

作为广播卫星,首先要有接收和发射天线,才能接收地面上发来的上行信号和向地面发送下行信号。卫星上的接收天线也是抛物天线,直径最大的可达10米。卫星发射时,天线被包在卫星里面,以减少发射时的阻力。当卫星正确定点以后,才由星上的自动装置来展开的。

根据卫星上容量的大小,卫星上带有的转发器数量也不同,少的有带2—3个,多的可带十几个。亚洲一号卫星上面就带有24个转发器。转发器越多,工作时所需电能就多。卫星是靠太阳能电池来对设备供电的。太阳能电池可以将太阳能转化为电能,提供卫星上的设备作为能源。由于目前太阳能电池的转换效率还达不到30%,要满足星上设备的用电,太阳能电池板要做得非常大,而且在卫星飞行时,太阳能电池板必须正对着太阳。这也需要用上述的那种小型喷射器来纠正卫星的姿态。

此外,卫星上还要有一系列的控制机构和执行机构。有一套向地面发射各种数据的设备和接收,执行地面发来的各种指令的设备等等。

相对于卫星的地面接收站,也必须有一个接收天线。这种天线也是抛物面结构。采用抛物面天线就是利用它将微弱的信号经过聚焦收集起来,以提高信号强度。接到的信号还是很微弱的,还要有高增益的卫星接收设备进行低噪声放大后送到接收设备进行放大处理以后,送到终端系统。

二、图象信号和伴音信号的处理与传输

1. 卫星电视信号的处理

卫星电视信号采用调频制。在调频系统中,一般都得用予加重和去加重技术来改善性能。

所谓予加重,就是在卫星电视的发送端用如图1—3所示的网络(实际上为一高通网络)相对地增强基带信号的高频成分而削弱其低频成分,然后对发射载波进行调频,调频结果是高频调制较深而低频调制较浅。

而去加重,就是予加重的逆过程,是在卫星电视的接收端,采用如图1—4所示的去加重网络(实际上为一低通网络)在鉴频器输出端使基带信号中的高频成分予以衰减,对低频成分予以提升,以恢复发送前信号的原比例。

我们知道,视频信号总是高频分量的振幅小,低频分量的振幅大。而在调频系统的鉴频器输出端的杂波频谱又是高频时杂波大,而低频时杂波小。这两种效果的叠加,使得视频信号中高频信噪比很低,大大劣势于低频信噪比。

在发送端加上予加重网络以后,视频信号的振幅随频率的增高而相对加大。经过调频后,其调频波的频偏也随频率的增高而加大,也就提高了高频分量的调频系数,从而提高了解调后信号的高频分量。在接收端,鉴频器后面的杂波的输出功率多数集中在高频段,我们在这里加的去重网络是一个低通滤波器,正好又使这种高频杂波被滤去。大大地提高了信号的信噪比。

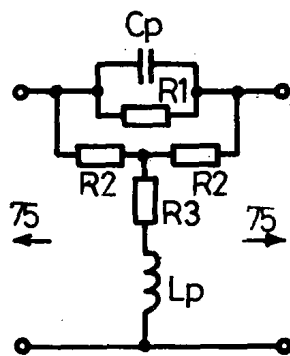


图1—3 予加重网络

采取加重和去重技术使视频信号信噪比得到改善的程度,我们称之为改善系数。它是有加重时的信噪比与无加重时的信噪比的比值,以分贝表示。我国卫星电视信号采用伴音信号与图象信号频分复用频带技术,采用加重技术以后,图象信号(0—6M)对伴音信号(6.6M)的干扰可以减轻。

(2) 能量扩散

目前我国使用 C 波段(3.7G~4.2GHz)进行卫星电视广播,正好与地面的微波通信处于相同的频段。因此,能量比较集中的某些频率的卫星电视调频波,将对地面的微波通信形成干扰。因为调频波的频谱在没有调制信号的时候,能量只集中在载频上,这时能量集中的频率就很容易对地面的同频率通信形成干扰。

人们采用了在视频信号上面再叠加一个低频信号来使调频波的能量不过分集中,使得在没有信号时,载波就受到这个低频信号的调制,并使能量在已调波的频谱中扩散开来,显著地降低了调频波的功谱密度。

经过试验和比较,发现能量扩散的低频信号以对称的三角波为最好。在调制指数比较大时,三角波调制的频偏范围内,能量密度均匀,在除此以外的频率范围内,能量密度几乎为零。

三角波扩散信号的频率和相位是根据对电视图象造成不良影响为最小的要求来考虑的,一般认为最佳波形是顶点与场消隐脉冲同步的三角波。也就是说三角波的周期是电视信号场周期的两倍。对于 PAL/D 制式,采用的是 625 行扫描和每秒 50 帧图象,故三角波扩散信号的频率为 25Hz。

三角波扩散信号的幅度是根据它造成的频偏指标来确定的,幅度越大频偏也越大,与无调制时相比的信号功率谱密度(每 4KHz 频带内的功率)下降值也越大。由于扩散信号调频波在比频偏内是均匀分布的,功率谱密度的下降值 Δ ,就可由式(1—5)直接计算出来:

$$\Delta = 10 \lg \left(\frac{\Delta F_{p-p}}{4 \text{KHZ}} \right) (\text{dB}) \quad (1-5)$$

式中, ΔF_{p-p} 为频偏峰峰值。

例如国际卫星广播规划大会规定,在 Ku 波段的卫星广播系统的频偏峰峰值是 630KHz,根据式(1—5)就可算出

$$\Delta = 10 \lg \frac{630 \text{KHZ}}{4 \text{KHZ}} = 22 \text{dB}.$$

在接收端,我们采用箝位法来把加在视频信号中的三角波去掉,恢复原信号的原来形状,否则会引起图象失真。

从上面我们知道,加在视频信号中的能量扩散三角波的顶点与场消隐脉冲同步的。三角波是对称形的,于是叠加了三角波的电视图象信号中,每两帧图象就有一帧图象的每行同步脉冲是线性上升而另一帧则是线性下降的。也就是说每一帧中所有的同步脉冲的排列也呈现三角

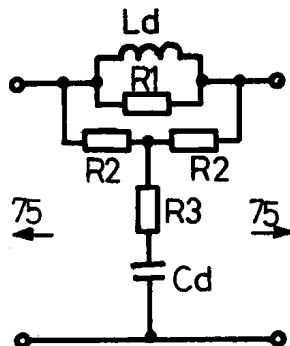


图 1—4 去加重网络