



# 卫星直播电视

刘天郊 编著  
人民邮电出版社



19.462-81  
857

# 卫星直播电视

刘天郊 编著

司

人民邮电出版社

0458/10

## 内 容 提 要

卫星直播电视是扩大电视收看范围的一种比较经济和简便的手段。我国已发射了自己的静止卫星并成功地进行了电视广播试验，设置了五十多个卫星电视地面接收站，使边远地区能收看到中央电视台的当天节目。

卫星直播电视是怎样工作的呢？本书以通俗的语言介绍了卫星直播电视的基本原理及有关知识，通过和现有电视传播方式对比介绍了卫星直播电视的优缺点，还对卫星直播电视的接收方式作了简要说明。

本书可供广大业余无线电爱好者及有关部门的技术人员和管理干部阅读。

## 卫 星 直 播 电 视

Weixing Zhibo Dianshi

刘天郊 编著

责任编辑，俞天林

人 民 邮 电 出 版 社 出 版

北京东长安街27号

河北省邮电印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

开本：787×1092 1/32 1987年6月第一版  
印张：328/32 页数：62 1987年6月河北第1次印刷  
字数：85千字 印数：1-6,000册

统一书号：15045·总3364-普827

定价：0.70元

# 目 录

<b>第一章</b>	<b>从电视的远距离传送谈起</b> .....	(1)
1.1	电视的频道和电波的传播方式.....	(1)
1.2	电视节目的远距离传送.....	(5)
<b>第二章</b>	<b>漫谈同步卫星</b> .....	(8)
2.1	卫星和同步卫星.....	(8)
2.2	同步卫星有多高?.....	(15)
2.3	同步卫星的覆盖区.....	(17)
2.4	同步卫星的发射.....	(18)
2.5	不安定的同步卫星.....	(21)
2.6	同步卫星通信设备.....	(23)
<b>第三章</b>	<b>卫星直播(DBS)</b> .....	(29)
3.1	什么是卫星直播.....	(29)
3.2	卫星直播有什么优点.....	(31)
3.3	直播卫星和通信卫星有何不同.....	(33)
3.4	卫星直播的世界性.....	(36)
<b>第四章</b>	<b>介绍一些技术指标和技术概念</b> .....	(38)
4.1	了解几个技术名词.....	(38)
4.2	卫星直播用的频段.....	(40)
4.3	卫星轨道位置划分及频道的指配.....	(42)
4.4	卫星直播的调制方式、模拟信号和数字信号.....	(45)
4.5	天线系统.....	(50)
4.6	地球站的G/T值.....	(57)
4.7	卫星功率受到的限制.....	(60)

4.8	卫星的寿命和备用星	(61)
<b>第五章</b>	<b>卫星直播的接收方式</b>	<b>(63)</b>
5.1	个人接收方式	(65)
5.2	集体接收方式	(79)
5.3	怎样瞄准卫星	(86)
5.4	体制问题	(89)
<b>第六章</b>	<b>卫星直播的发展</b>	<b>(91)</b>
<b>第七章</b>	<b>结束语</b>	<b>(99)</b>
<b>附录:</b>		
1.	WARC-77我国的卫星轨道位置及频道	(100)
2.	我国一些城市接收不同卫星直播时的方位角及仰角	(100)
3.	世界同步卫星一览表	(101)
4.	电磁振荡频谱略图	(114)
5.	载噪比C/N与EIRP的关系	(115)
6.	噪声温度与噪声系数换算图	(116)
7.	WARC-77对12吉赫卫星直播系统的要求	(117)

# 第一章 从电视的远距离传送谈起

## 1.1 电视的频道和电波的传播方式

和声音广播一样，电视广播的视频信号也有一个频率范围，我们称之为视频频带。声音广播频带不超过20千赫；我国黑白电视的视频频带为4兆赫，彩电的视频频带则为6兆赫。

利用无线电波作为载波来载送节目时，出于技术上和经济上的考虑，载波频率与被载送的节目（信息）的频率之间保持一定的比例，通常为10比1或更大一点，否则信息对载波的调制就很难实现。

无线电声音广播的中波段的频率为550—1650千赫，这对于20千赫的声音频带来说，实现调制是绰绰有余的。但是对于频带为4或6兆赫的电视视频频带来说，整个广播段（直到30兆赫的短波）都不能满足10比1的要求，只有向频率更高的频段上去寻找出路。因此，电视普遍采用的是甚高频和特高频，它

表 1.1 我国的VHF电视频道

频道号	频率范围, MHz	频道号	频率范围, MHz
1	48.5—56.5	7	175—183
2	56.5—64.5	8	183—191
3	64.5—72.5	9	191—199
4	76—84	10	199—207
5	84—92	11	207—215
6	157—175	12	215—223

8710662

• 1 •

表 1.2

我国UHF电视频道

频道号	频率范围, MHz	频道号	频率范围, MHz
13	470—478	41	732—740
14	478—486	42	740—748
15	486—494	43	748—756
16	494—502	44	756—764
17	502—510	45	764—772
18	510—518	46	772—780
19	518—526	47	780—788
20	526—534	48	788—796
21	534—542	49	798—806
22	542—550	50	806—814
23	550—558	51	814—822
24	558—604	52	822—830
25	604—612	53	830—838
26	612—620	54	838—846
27	620—628	55	846—854
28	628—636	56	854—862
29	636—644	57	862—870
30	644—652	58	870—878
31	652—660	59	878—886
32	660—668	60	886—894
33	668—676	61	894—902
34	676—684	62	902—910
35	684—692	63	910—918
36	692—700	64	918—926
37	700—708	65	926—934
38	708—716	66	934—942
39	716—724	67	942—956
40	724—732	68	956—964

们是:

甚高频段 (VHF) : 30~300兆赫

特高频段 (UHF) : 300~3000兆赫

例如我国电视广播最低频率的第一频道为48.5~56.5兆赫。我国一共有68个频段，其中VHF12个，UHF56个。请看看表1.1及1.2。

无线电波发射到空中以后，根据波长的不同以不同的方式向远方传播。在熟悉电视广播之前，让我们先了解一下各种波长的无线电波是如何传播的。

长波(频率为30~300千赫)主要传播方式是沿地面传播，因而也称地波。地波受大气影响很小，又能绕射越过前进途中的高山凹谷，或者说不受地形的影响，因此它的传播情况是稳定可靠的。目前，在无线电导航，特别是在远程导航及测向方面，以用长波无线电为主。另外有些国家也没有长波广播电台。长波的传播请看图1a，它的缺点是发射功率大，天线庞大。

中波(频率为300~3000千赫)是我们经常收听广播的频段。由于地面的吸收，中波传播的情况稍次于长波，但是还相当稳定，它的高频段也能用天波传播(见图1b)。比起长波来说，它要求的功率和天线尺寸都较小。

短波(频率为3~30兆赫)的地波传播衰耗较快，这很不利。但可幸的是，它很容易被大气层上的电离层反射回地面，然后又由地面反射到电离层，经过地面—电离层—地面的几次反射后，通信距离可达上万公里(图1c)，这就是天波传播，是短波无线电波的主要传播方式。

短波传播由于藉助于状态不稳定、高度时常变化的电离层进行，因此传播也不十分稳定，但如在合适的时间内选定恰当的频率，仍能以功率小到十几瓦的电台和五洲四海的许多电台建立联系。在我国的山区、林区和边远地区，人们都是用短波段来收听中央人民广播电台的节目。

再看超短波(30~300兆赫)和微波(300兆赫—300吉赫)



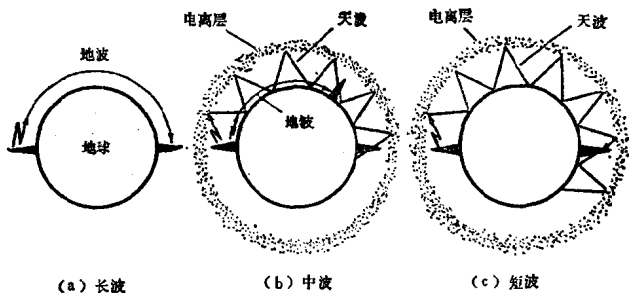


图1 中、长、短波的传播方式

波段。这两个频段波长较短，尤其是微波更接近光波的波长，因此与光波类似，是以直线传播的。它们沿地面传播（地波）的效果很差，这是因为地球是曲面，而且波长如此之短的无线电波不能绕射，遇到了一幢建筑物，一丛树林，它们都会被反射回来，不能前进。也不能指望象短波那样用天波传播，因为它们的频率太高，已经高过电离层能反射的临界频率；当它们射向空中时，会穿过电离层而一去不复返。因此，这个波段是以空间波的方式传播，传播的距离基本上等于视距—目视能达到的距离。采用这个频段的电视广播显然是不能传播很远的：一座功率为70千瓦的电视发射台，只能使周围50—60公里地区内的居民看到电视。北京电视台的节目在廊坊就不易收到了。

事物总是一分为二的，这两个波段的缺点在某种情况下也许会是优点。比如说，它们不能对大障碍物进行绕射而只能反射这一“缺点”，恰恰构成雷达探测工作的原理。无独有偶，它穿过电离层“一去不复返”的行径正好沟通了地球上和外层空间之间的联系，使卫星通信和卫星广播（电视）成为可能。

现在我们回到电视的传播问题上来。

既然电视广播的距离是如此之短，那为什么在祖国 960 万平方公里的辽阔土地上，有 50% 的人们都可以享受到收看电视的乐趣呢？无论是珠江之滨的广州，还是天府之国的成都，甚至位于世界屋脊的拉萨，那里的电视观众在一天工作劳碌之余，在晚上七点钟，只要一打开电视机就能看到从北京播出的中央电视台的当天节目，这又是怎样传送过来的呢？

## 1.2 电视节目的远距离传送

为了把电视节目传送到远方，有的国家建筑了很高的电视发射塔，以增加视距，同时增大电视发射机的功率，努力扩大电视覆盖（服务）区域。目前世界上高达 500 米的电视塔就有好几座，如莫斯科高达 500 米以上的电视塔，覆盖区域的半径为 150 公里左右。但电视发射塔高度究竟有限，到处修建高塔对空中交通也会造成威胁。也有人把电视发射机装在固定的飞艇或气球内升到几千甚至万米的高空。但这种方法实现起来难度很大，效果也不稳定，而且即使升到万米高空，其服务区域也不过方圆 400 公里左右，象我国 960 万平方公里的版图，又该用多少架飞艇或气球呢？

目前，普遍采用的扩大覆盖区的办法是：

1. 电缆输送法：这种方法好像同轴电缆长途通信方式，把电视信号变换到一定的频率，经过放大后用电缆传送。在美国、西欧和日本，这种电缆电视较普遍。传送过程中电波当然会受到衰减，因此每隔一定距离设置一个放大器，用来放大变小的信号，沿途可以接出分支，最后把电缆通到用户家中。

2. 微波接力法（图 2）：采用接力的办法，每隔一段地面距离（50 公里左右）装设一个微波接力站。电视节目的信号顺

率先变换到微波频率（1吉赫~4吉赫，1吉赫=1000兆赫）。然后，由第一个接力站接收天线接收，经过站内的微波设备放大再送到塔上的发射天线继续向前发射。第二个接力站再接着接收和发射……通常微波接力站是为通信而建立的，电视传播只是占用其中的一个信道或几个信道，和电信业务同时传输。

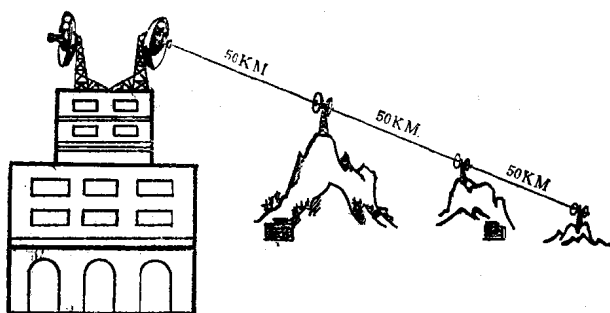


图2 微波接力方式

3.电视差转法（图3）：这是由电视台将收到的电视信号用具有一定功率的差转机进行空中转播的方式，多用于电波衰减较大的山区或地势不利于接收的凹地村镇。一般差转机都装设在离微波线路不远或离城市电视台不太远的地方。太远了也就无能为力了。这种方法只用于短距离的分支线路。

4.录象重放法：把中央电视台的节目进行录象，然后将录有节目的磁带运到目的地，通过当地的电视台播出。当然这样一来节目是不及时的，因此通常只使用于上述几种方法不便使用的边远地区。

总的来说，以上这几种方法都不理想。第一、二种方法要耗费巨大的财力和物力。想想看，要在大面积内用电缆铺成密如蛛网的电视网路和安装许多放大设备，或者在崇山峻岭的山

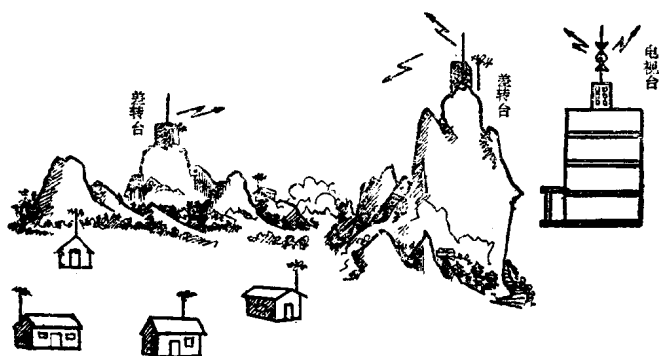


图3 电视差转法

地或荒无人烟的沙漠里每隔50公里建一个个微波接力站，这绝不是一件轻而易举的事。而且这终究是一条条的线路，要构成完整的电视网路又该用多少年的时间？

第三、四种的作法是简易的、甚至是最原始的方式。如一个差转机服务面积不过几十平方公里，而且它只能随微波接力站或城市大电视台而存在，要构成一个网也是不可能的。

目前我国远距离传送电视主要应用微波接力方法，因为全国性的微波接力通信网早已建成，除极少数边远省外都有微波通信线路，而全国性的电视传播只不过是利用若干信道而已，所以显得比较经济而有效。

除上述几种方法以外，还有没有别的办法呢？能找到一条比较理想的路子吗？能！让我们利用卫星吧！

## 第二章 漫谈同步卫星

### 2.1 卫星和同步卫星

“卫星”原来是个天文学上的名词，现在已经是孩子们都知道的熟词儿了。但是现在大家熟知的“卫星”，真正名称应该是“人造地球卫星”而不是天文学上的卫星，例如像地球的卫星一月球，也不是说木星和土星的卫星等等。

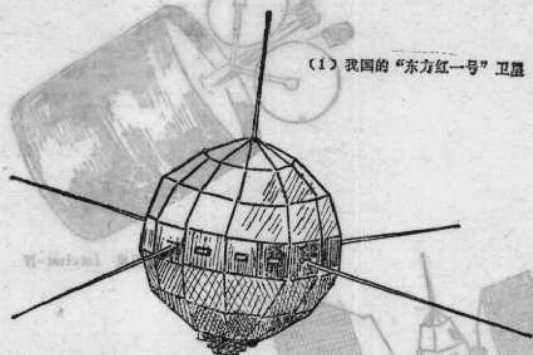
1957年苏联发射了第一颗人造地球卫星，它能绕着地球旋转，就象月球绕着地球那样一刻也不停地转动，不同的是月球离地球比人造卫星离地球要远得多，从地球上看上去，月球的速度要比人造卫星慢得多，绕地球一周要花近30天的时间，而这颗人造卫星只要一个多小时就可以了。此外，它们的运行轨道也不同，月球的轨道是圆的，而人造卫星当时的轨道却是椭圆的。

人造卫星的上天，揭开了人类宇宙活动的第一页。二十多年来，从地球上发射的卫星已近三千颗，它们有着各种各样的用途及各自的轨道，外形和结构也各具特色：有的象圆球，有的象圆桶或圆盘，有的象一座塔，有的展开象一只海星，有的则象一只张开双翅的鹰。

现在让我们从用途来认识一下这个“卫星家族”吧。

气象卫星：它是为提供气象信息而服务的。它能提供大气层中多变的温度、压力、风速的数据，还能提供可贵的云图等，这对于判断气象的演变情况和发展趋势都很有帮助。

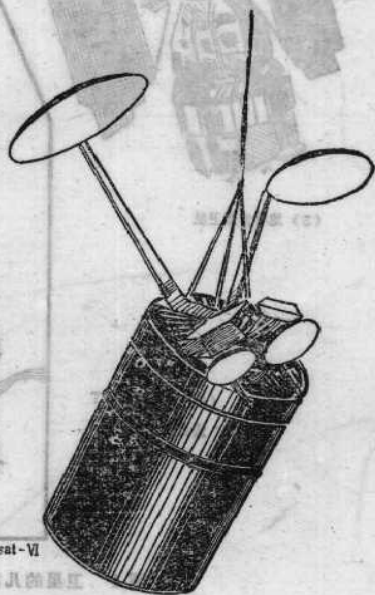
(1) 我国的“东方红一号”卫星

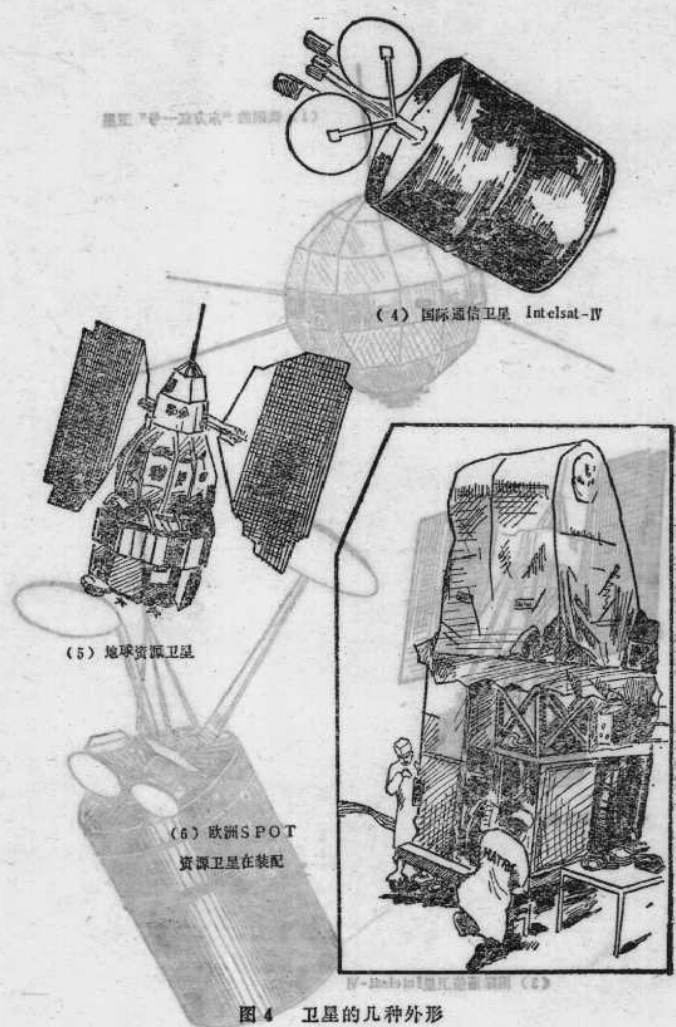


(2) 气象卫星

(3) 国际通信卫星Intelsat-VI

新技术丛书





卫星“号”一“号”或“号”的图例

(4) 国际通信卫星 Intelsat-IV

(5) 地球资源卫星

(6) 欧洲SPOT  
资源卫星在装配

图4 卫星的几种外形

**资源卫星：**地球上各种蕴藏丰富的矿藏，这些矿藏有各自不同的物理性能，通过卫星上的遥感仪器对这些地表及浅层矿产的物理性能进行感测，能探查出矿藏的分布情况。对地球上各地区的农业作物，也可以感测它们发出的不同的光谱进而探测出播种、成长和收获的情况，从而作出各种预报。

**导航卫星：**这种卫星就象大海中的灯塔或无线电导航航标那样，指出航行中的飞机或舰艇的所在位置。但是它不是固定在地球上空一不象灯塔或导航台那样在海上或陆地上固定，而是按照严格的轨道在空间运行，在一定的时间内出现在一定的位置上。航行的船只在某一定时间测出自己 and 它的相对位置，就能得到自己的位置数据了。

**军事用途的卫星：**例如侦察卫星、战略卫星、反导弹卫星等，组成了一个花样极多的卫星系统，主要目的是先侦察敌情，然后采取对策。例如美国的星球大战计划先通过卫星侦察敌方发射导弹的时间、地点（因为发射导弹时的大面积高温很容易被侦察卫星发现），然后在导弹飞行途中，通过发射反导弹将其击毁。

**通信卫星：**利用卫星高高在上的优点，把它作为一个中继站（就象微波接力站那样）进行远距离通信。自从第一颗通信卫星于1962年进行试验以来，电视传播就成为通信卫星的主要转播内容之一，电视直播也就是在这个基础上开展起来的。因此，重点地了解一下通信卫星的工作原理和类别，对阅读本书将是有益的。

通信卫星上装有一部或几部转发器、收发天线、控制设备和电源。地面上有功率较大，灵敏度较高的收发地球站。地面发出的信息用很高频率的载波（例如6吉赫）向卫星发射，卫星的转发器收到信号后，自动改变载波频率（例如变为4吉



赫)，放大后，再通过天线向另一地球站转发信号，这样就组成了通信线路。

最初用于通信的卫星是运动卫星，它不断地以一定轨道绕地球运转，因此当它转到两个地球站的共视区以外时，通信就中断了。请看图 5，从 A 站来看，它的可视区是  $\theta_A$  对应的轨道范围；而从 B 站来看，可视区是  $\theta_B$  所对应的轨道范围。这两个范围的重迭处就是共视区。两个地球站离得越远，共视区就越小，能进行通信的时间就越短，利用率就越低。

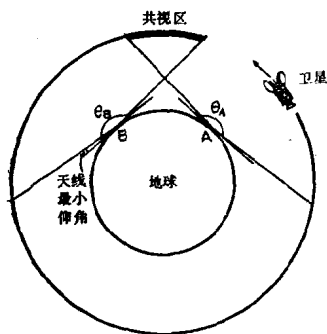


图 5 两个地球站的共视区

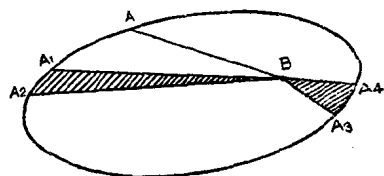


图 6 开卜勒定理示意图

为了改善这种低利用率的通信情况，人们改变了卫星的运行轨道，把它设计成扁而长的椭圆形，这样卫星在共视区内停留的时间就大大延长了。

为什么呢？让我们先熟悉一下天文学上的一条定理——开卜勒定理。

开卜勒定理说的是：一个天体 A 绕另一天体 B 旋转时（见图 6），天体的向径 AB 所扫过的面积在单位时间内是恒定的。这个定理的含义是清楚的。

假设把地球当 B 天体，把运动卫星当 A 天体，卫星 A 以椭