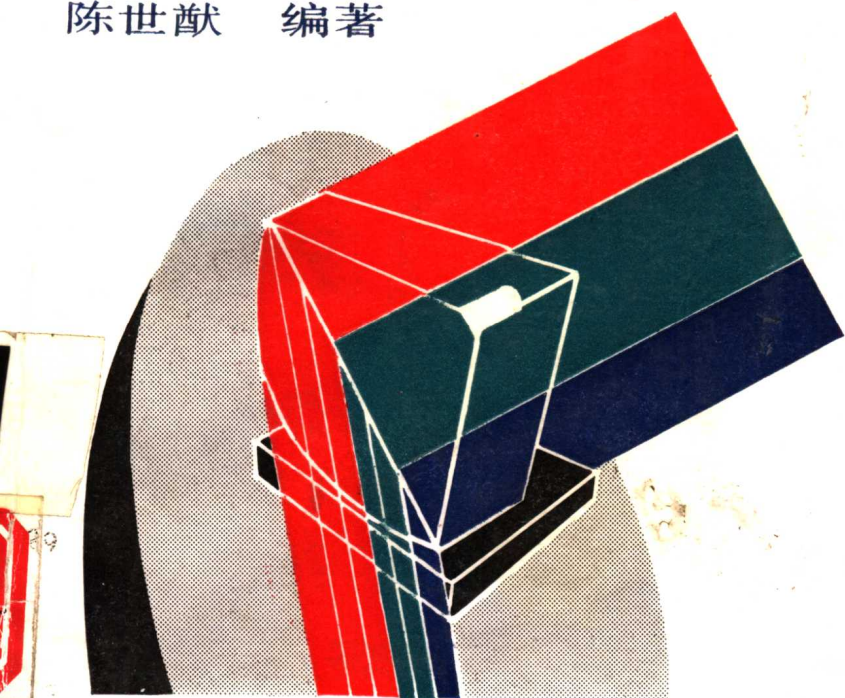


INTRODUCTION OF FAMILY
SATELLITE TV RECEIVING SYSTEM

家用卫星电视接收入门

陈世猷 编著



机械工业出版社

家用卫星电视接收入门

陈世猷 编著



机械工业出版社

(京)新登字 054 号

内 容 简 介

我国家用卫星电视事业迅猛兴起,卫星电视正在大量进入千家万户,对于卫星天线的销售、工程安装调试、售后服务等人员以及广大用户,迫切要求有一册简明的入门课本。本书既可作为初级培训教材,也是一本科普读物。

全书共分4章,主要内容有:第1章卫星电视概述,介绍什么是卫星电视?有何优点?它和其他收视方式的异同。第2章卫星电视接收技术、常用公式、卫星电视系统设计方法和实例。第3章家用卫星电视接收技术、系统组成及连接方式。第4章介绍国内外卫星电视发展概况。

家用卫星电视接收入门

陈世猷 编著

责任编辑:俞国宁

机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南街一号)

(北京市书刊出版业营业登记证出字第 117 号)

北京市昌平环球科技印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经销

开本 $787 \times 1092^{1/32}$ ·印张 $5 \frac{3}{4}$ ·字数126千字

1993年9月北京第1版·1993年9月北京第1次印刷

印数0 001—5 000·定价:4.90元

ISBN 7-111-03906-8/TM·491

序 言

近年来，家用卫星电视如雨后春笋般地兴起，它给人们带来了娱乐，也提供了增长知识的天地，同时带动了相关工业的发展，这是有目共识的。

自我国东方红卫星升天，开始转播电视节目以后，随之出现了人们了解家用卫星电视接收技术知识的需求。许多朋友经常询问这些方面的问题，因此，我们特邀了陈世猷教授编写了这本书。他对大家关心的问题，包括：卫星电视接收技术中的各种概念，接收设备的配置、构造和分布等资料，以及卫星电视的国际动态作了简明的介绍。本书也是销售人员的必读课本，它可以很好地帮助他们提高业务水平。

家用卫星电视接收机的出现，使我们多了一个视听的新媒体，它所涉及的技术及应用等相关问题是非常值得大家探讨和研究的。现在，人类进步的速度与科学技术的发展已达到同步并行的阶段，人们对新知识的需求越来越急迫。象家用卫星电视接收这种新的知识媒介对现代人来说，其急切需要的程度几乎到了一出现就不可缺少的地步，所以许多人认为家用卫星电视接收机是继电视机、录音机、录像机后的家电又一大畅销商品，它已成为市场上的新宠儿。

在家用卫星电视接收机市场需求即将出现高潮之际，我们推出这本书，可以说是甚合时宜的。它对广大读者必有帮助，相信您会热爱它。

北京贝泰电子有限公司

总经理 彭太升

前 言

随着人民物质和精神生活的逐步提高，我国正在逐步进入卫星电视时代。每天当我们收视中央电视台新闻节目时，其国际新闻部分，除小部分是我国记者现场摄制外，大部分由国际卫星新闻节目剪辑而来。

目前国内已建立数万个卫星电视接收地面站，分别可以收视以下国内国外卫星电视节目：

卫星名称	星位 (东经)	节目内容
国际通信卫星 INTELSAT-IVA-F3	180° E	美国节目
独联体卫星 STATIONAR-7	140° E	独联体节目
中国卫星 1 号 CHINASAT-1	110.5° E	中国教育台 CETV 节目
日本卫星 BS-3	110° E	日本节目
印尼卫星 PALAPA B2R	108° E	印尼节目
亚洲卫星 1 号 ASIASAT-1	105.5° E	香港 CCTV-4 云贵台节目
独联体卫星 STATIONAR-14	96.5° E	独联体和 CCTV-4 节目
独联体卫星 STATIONAR-6	90° E	独联体 节目
中国卫星 2 号 CHINASAT-2	87.5° E	CCTV 节目

自从1986年以来，我国通信卫星1号开通了两套卫星教育电视频道（CETV-1、CETV-2）节目，以成人教育为主，包括电视大学、培训中小学师资和继续教育等课程，收视总人数达2000万人。

在美国、日本和欧洲各国，家用卫星电视已相当普及，第

三世界国家有的也相当发达，如印度尼西亚等。我国国土广大，特别适合大力发展卫星电视事业。

我国的家用卫星电视事业正在迅猛兴起，对于不少销售人员，工程安装调试人员、售后服务人员等，迫切要求有一册入门课本；随着卫星电视即将大量进入千家万户，广大用户也迫切要求有一本通俗易懂的卫星电视读物。为了满足以上需要，首先写出一个培训教材，提供一个通俗读物，同时也是向社会作一次宣传，这就是编著本书的宗旨和目的。

全书共分四章，主要内容有：第1章 卫星电视概述，介绍什么是卫星电视？它与从当地电视台收视电视的异同，卫星电视有何优点？第2章 卫星电视接收技术，常用公式，卫星电视系统设计方法和实例。第3章 家用卫星电视接收技术，介绍家用卫星电视技术入门，天线、馈源、高频头、卫星电视接收机的性能和特点，家用卫星电视接收系统的连接方式等。第4章 国内外卫星电视发展概况，具体介绍国际卫星组织、美国、欧洲、日本、亚洲及中国的情况和未来的发展计划。

中外合资北京贝泰电子有限公司是卫星电视系统系列产品技术、生产和供销融为一体的专营公司，该公司将陆续出版有关实用性、知识性的专门技术书籍为广大读者服务。

贝泰电子公司对本书的出版给予大力支持，总经理彭太升为本书写了序言，总工程师朱陵庆对本书提出了宝贵意见，方平同志为本书作了封面设计，俞国宁高级工程师为本书作了多次审校，作者在此一并表示感谢。最后向广大读者表示谢意，欢迎批评指正。

陈世猷

1993年3月于贝泰公司

DAK3261

目 录

第1章 卫星电视概述	1
1.1 电视塔收视电视、电视塔高度与最大传送距离的计算	2
1.2 有线电视	6
1.3 卫星电视	7
1.4 地球赤道上空同步轨道上静止卫星分布情况	11
1.5 电视广播卫星和通信卫星的异同	16
第2章 卫星电视接收技术	19
2.1 卫星电视接收系统的组成	19
2.2 电磁波强度和等效全向辐射功率 $EIRP$	20
2.3 卫星地面站指向卫星的仰角 EL 、方位角 AZ 和地面站至卫星的距离 a 的计算	22
2.4 卫星电视频段划分	28
2.5 分贝 (dB)	28
2.6 卫星天线抛物面	33
2.7 标准卫星抛物面接收天线的设计方法	53
2.8 卫星电视天线接收系统	56
2.9 卫星电视接收系统参数设计实例	60
第3章 家用卫星电视接收技术	67
3.1 家用卫星电视接收系统	67
3.2 天线 (Antenna)	70
3.3 馈源 (Feedhorn)	70
3.4 高频头 (LNB)	72
3.5 卫星电视接收机 (Satellite TV Receiver)	75
第4章 国内外卫星电视发展概况	82

4.1	国外动态	82
4.2	我国民用卫星电视发展概况	101
4.3	我国卫星电视发展前景	109
附 录	112
附录A	中文卫星电视参考书目	112
附录B	我国卫星广播电视使用的卫星转发器	116
附录C	卫星广播图象质量要求(摘自GY28—84)	118
附录D	世界各国和地区的电视制式	119
附录E	卫星广播电视常用词汇及缩写英(西文) 汉对照表.....	132
附录F	风力等级表	151
附录G	电信传输单位——分贝	152
附录H	我国电视频道划分表	155
附录I	我国各省市、县政府所在地经纬度表	157

第 1 章 卫星电视概述

自出现电视广播初期至60年代中期,收视电视的方式是使用电视机上的拉杆天线或安装简单的室外天线,供一台或数台电视使用,当时电视广播频道较少,已能满足收视效果的要求。

70年代初期,随着电视广播事业的发展,我国开始发展共用天线电视技术。共用天线电视CATV (Community Antenna Television) 系统是一种新兴的电视接收、传输、分配系统。CATV把来自当地电视发射塔传来的电视信号(VHF,UHF)供几十户或一栋大楼用户使用;复杂一些的CATV系统可供几千户、上万户、甚至几十万户使用,其传输距离可达10多公里或更长,并可同时传送多个频道电视信号。到80年代CATV有了蓬勃发展。

若在CATV系统的前端添一些专用的电视摄像、录放像、编辑及切换开关等设备,可以增设闭路电视(Closed Circuit Television)频道,传送自办电视摄像和录像电视节目。

工程技术不断发展和完善,CATV技术也不例外。从同轴电缆传输分配系统,发展有光导纤维电缆传输系统,节目源可以多种多样,可以来自当地电视发射塔发来的电视节目,或者由赤道上空静止卫星转发来的卫星电视节目。CATV系统它是一个通过电缆(或光缆)的有线分配系统,故又可称为有线电视(Cable Television),或称为有线电视。

电视信号源来自静止卫星的称为卫星电视,地球上的用户

可以用一幅抛物面天线，加上一些频率变换及放大设备把电视信号收到。

有线电视今后可能成为电视广播的重要形式。它的节目来源包括了所有当地能接收到的电视台播出的节目，还包括有线电视台自办节目。这些节目的数量有一定的限度，而来自所有可能收到的卫星上传送来的节目是相当多的。例如来自数个（十几颗）卫星上的电视节目可能多达近100个频道。人们预计，天上卫星电视传送，地面有线电视覆盖，这种强有力的组合，很可能成为下一个世纪电视广播的模式。

1.1 电视塔收视电视、电视塔高度与最大传送距离的计算

目前我国各大城市电视用户都是通过各城市电视台电视发射塔上发射天线发出的电视信号接收电视节目，这种电视信号按频率可分成甚高频波段VHF（48.5~223MHz）及超高频波段UHF（470~958MHz），通常在各楼群最高点处设置的共用天线的前端，用它将电视塔发射来的各个频道电视信号经过收集、放大、混合、分配、分支等传输系统送到每家每户。

由于地球是球形的，而电视信号的电磁波在空间传播基本上是直线传播的，因此在一个大城市要使市民看好电视，电视台必须把电视发射塔造得很高。

现在举中国两个上千万人口大城市的电视塔为例。

首都北京中央电视塔，1987年1月11日破土兴建，1992年全面投入使用，塔高386.5m，电视播出服务半径70~90km，电视塔电视天线系统功能：可播出8套电视节目，调频广播10套。

上海电视塔，1992年8月正式动工，全部工程5年内完成，

塔高450m, 电视播出服务半径106km, 电视塔电视天线系统功能: 可播出9个频道电视节目, 调频广播10套, 造价1.5亿元人民币和0.1亿美元。

居住在大城市的市民, 通过共用天线 (CATV), 家家户户可以收视从电视塔发来的电视节目。例如在北京的居民, 常常可收视下列电视节目:

2 频道: 中央电视 1 台 (CCTV-1)

6 频道: 北京电视 1 台 (BTV-1)

8 频道: 中央电视 2 台 (CCTV-2)

10 频道: 河北电视台 (HBTU)

15 频道: 中央电视 3 台 (CCTV-3)

21 频道: 北京电视 2 台 (BTV-2)

27 频道: 中央教育电视台 (CETV)

电视塔传播电视有以下缺点:

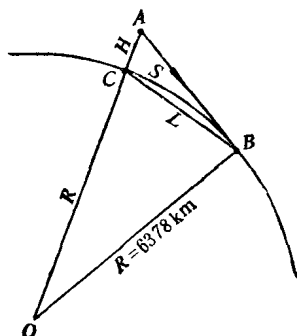
(1) 图像质量差 各个城市间、各省之间电视节目的交换主要通过微波传输, 电视信号经过中继放大、多次变频、差转站等到达用户时图象质量变得很差。

(2) 建造电视塔时间长、耗费大 我国地域广阔、人口分布很不均匀, 有高山、河流、沙漠、海岛, 广大地区不可能都集中使用高高的电视塔, 而且电视塔也不能不加限制地造得很高。一个上千万人口的城市, 电视塔高需要到达400~500m, 建造时间要花5年, 耗费金额2亿元人民币以上。

(3) 有重影现象 即使有了电视塔, 由于大城市高楼林立, 不可避免地产生电视图象反射重影现象。

1.1.1 公式法计算电视信号有效传播距离

由图1-1可见, AC 代表电视塔高 H , R 代表地球半径($R=$



6378km), B 代表居民区共用天线接收点, AB 表示电视信号直线传播距离, AB 为地球表面 B 点的切线, AB 垂直于 OB 。

电视塔高 H 越高, 传送距离 AB 就越大。由于电视塔不可能无限地高, 因此 AB 距离有一定限度。

如果忽略电视用户的天线

图1-1 电视信号直线传播距离 AB 离地面的高度, 即认为 B 点就在地面上, 那么当地球半径为 R 时, $R \gg H$ 。设电磁波呈直线传播, 其传播距离 AB 可以认为是,

$$AB \approx S(\text{弧长}) \approx BC(\text{弦长}) \\ = L$$

由于 B 为切点, $\angle ABO = 90^\circ$, 则:

$$AB \approx L \approx S \approx \sqrt{(R+H)^2 - R^2}$$

由上式可以求出电视塔高度 H 和最大传送距离 AB 之间的关系。

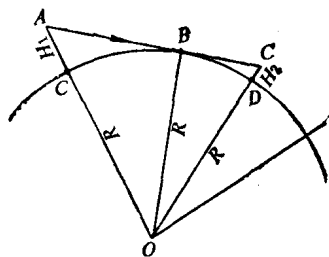


图1-2 电视信号直线传播距离 AC

如果计入电视塔高度 H_1 和用户共用天线高度 H_2 以后, 则由图1-2可以看出, 电视信号传播距离为 AC , B 点为 AC 与地球圆周的切点。因此可得:

$$AB = \sqrt{(R + H_1)^2 - R^2} = \sqrt{2RH_1 + H_1^2}$$

由于 $R \gg H_1$,

$$\text{因而} \quad AB \approx \sqrt{2RH_1}$$

$$\text{同理} \quad BC \approx \sqrt{2RH_2}$$

所以,在考虑到用户共用天线高度 H_2 以后,电视塔电视信号直线传播距离应为:

$$\begin{aligned} AC &= AB + BC \approx \sqrt{2RH_1} + \sqrt{2RH_2} \\ &\approx \sqrt{2R} (\sqrt{H_1} + \sqrt{H_2}) \\ &\approx 3.572 (\sqrt{H_1} + \sqrt{H_2}) \quad (\text{km}) \end{aligned} \quad (1-1)$$

实际上,由于大气层对电视电磁波并非直线传播而有附加折射效应,所以电磁波有效传播距离要比直线传播距离长一些。

如图1-3所示,有效传播距离为曲线 AE 。地球半径很大,曲线 AE 同直线距离 AE 近似相同,因此有效传播距离亦可用 AE 直线来表示,它的长度可以近似地用以下实用公式来计算:

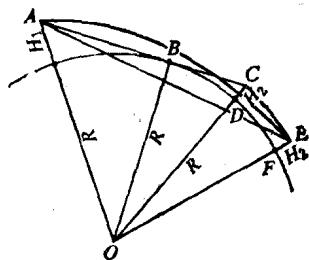


图1-3 电视信号有效传播距离 AE

$$AE \approx 4.12 (\sqrt{H_1} + \sqrt{H_2}) \quad (\text{km}) \quad (1-2)$$

式中 H_1 及 H_2 以 m 计, AE 以 km 计。

〔例〕 计算亚洲最高广播电视塔——上海电视塔电视信号有效传播距离。

由公式 (1-2)

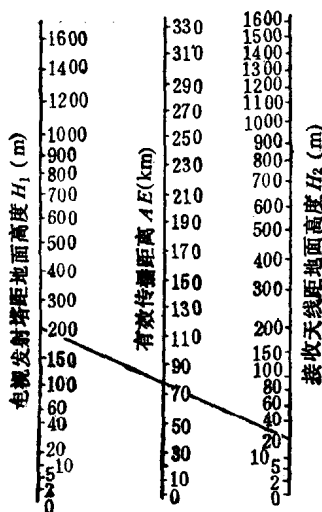
$$AE \approx 4.12 (\sqrt{H_1} + \sqrt{H_2})$$

已知上海电视塔高度 $H_1 = 450m$, 设居民区大部分居民楼

高度 $H_2=20\text{m}$ ，则

$$AE \approx 4.12 (\sqrt{450} + \sqrt{20}) \approx 105.9 \text{ km}$$

1.1.2 图解法确定电视信号有效传播距离



为了使用方便，还可以采用图解方法来求有效传播距离，如图1-4所示。

〔例〕当电视塔高度 $H_1=200\text{m}$ ，用户共用天线高度 $H_2=20\text{m}$ ，用图1-4可查出其有效传播距离 AE 值为 76km 。

1.2 有线电视

最近北京市部分地区开发了一种有线电视，由北京有线电视台通过电缆网络向居民发送有预告的影视频道电视节目，现在使用的是24频道，用

17频道作为备用，受到用户欢迎。但是，有线电视只能是放像为主，图象质量也难以得到保证。随着技术不断发展，有线电视可望成为未来很有希望的覆盖面广的电视收视系统。未来的有线电视系统除用主天线接收电视广播信号外，还能自办电视节目，分配给用户收视，并且可以有更多扩展功能，如：

接收调频立体声节目；

收视卫星电视；

配上微波接收机，可直接接收微波中继电视节目；

建立小型演播室，用摄像机、录像放录机、音响系统配上TV调制器自办电视节目；

用FM调制器可传送自办立体声调频声音节目；

节目信号采取扰频加密措施后，可成为收费电视，供用户选择；

可开发有线电视的双向传输功能，进行数字双向通信，传送多种信息，不仅按常规把电视和声音信息向用户传输，而且可以把用户信息传输到电视中心。中心通过计算机存储大量资料，由数据库可调出教育、购物、天气预报、新闻、市场行情资料；还可为防盗报警、火警、急病重病病危等报警服务。人们称有线电视是进入千家万户的第三根线（第一根线是电灯线，第二根线是电话线）。

1.3 卫星电视

卫星直播电视国外称为DBS(Direct Broadcast Satellite)是我国未来十年中即将进入千家万户的新的家电设备。

早在1945年10月，那时人造卫星还未上天，英国空军雷达军官阿瑟·克拉克在《无线电世界》杂志上发表了《地球站的中继站》一文，最先对利用静止卫星进行通信提出了科学的设想。他设想以三个空间相互间隔 120° 的静止地球卫星来实现全球通信。图1-5即为他设想的示意图。

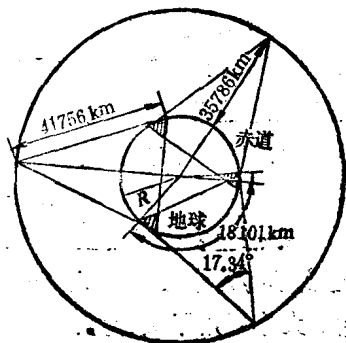
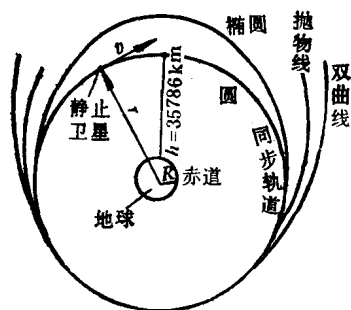


图1-5 克拉克全球通信预想图

要实现这样的预想，首先要有静止卫星，也称为同步卫星。这种卫星是在地球赤道上空和地球自转作同步运动的卫星。在地球上来看，卫星是相对静止的。

1964年8月美国宇航局发射的《辛康姆》卫星，成为世界上第一颗试验性静止通信卫星。

由火箭将卫星发射离开地球，如果卫星环绕地球的切向速度 v 极高，则卫星将会环绕地球运动，并随着不同的 v 值而具有不同的运动轨迹。



如图1-6所示，当 $v > 11$ km/s时呈双曲线运动，当 $v \approx 11$ km/s时呈抛物线运动，当 $v \approx 8 \sim 11$ km/s时，呈椭圆轨迹运动。

现在让我们来求卫星的切线速度 v 到多大时正好满足绕地球作匀速圆周运动，这时即

为相对地球作同步圆周运动，也就是静止卫星。

已知地心重力加速度在地面附近时为

$$g_0 = 9.8 \text{ m/s}^2 = 9.8 \times 10^{-3} \text{ km/s}^2$$

当卫星在赤道上空时，因为远离地球表面，这时的重力加速度不再是常数 g_0 ，而是一个和卫星运动半径 r 有关的参数 g ， g 的大小可用下式计算：

$$\frac{g}{g_0} = \frac{1}{\frac{r^2}{R^2}} = \frac{R^2}{r^2}$$

$$g = g_0 \frac{R^2}{r^2}$$

式中 R 为地球半径， r 为卫星运动半径。

如果卫星运动在匀速圆周轨道上，则

$$r = R + h = \text{常数}$$

式中 r ——静止卫星轨道半径；

R ——地球半径；

h ——静止卫星距地面高度。

这时卫星所受地心吸力（向心力）和具有切向速度为 v 时的离心力相平衡：

$$mg = \frac{mv^2}{r}$$

由公式可以计算出匀速圆周运动的切线速度 v ：

$$v = \sqrt{gr} = \sqrt{g_0 \frac{R^2}{r}} \quad (1-3)$$

取 $R = 6378.142 \text{ km}$ ， $h = 35786.014 \text{ km}$ ， $r = R + h = 6378.142 + 35786.014 = 42164.156 \text{ km}$ ，用式 (1-3) 可求出卫星在同步轨道作匀速圆周运动时的速度：

$$v = \sqrt{g_0 \frac{R^2}{r}} = 3.074932 \text{ km/s}$$

通过上述运算可知，只要卫星在地球赤道上空维持切线速度为 $v = 3.075 \text{ km/s}$ ，就可以变为静止地球卫星。

静止卫星具有下述特点：

- (1) 卫星在地球赤道上空的高度为 $h = 35786.014 \text{ km}$ 。
- (2) 卫星围绕地球旋转一周的时间为 23 小时 56 分 4 秒，正好等于地球自转的周期。