

顾龙翔 吴力学 顾洪源 编译

上海科学技术出版社

9.2

卫星 电视接收技术

内 容 提 要

本书主要阐述卫星电视接收系统的原理与技术, 书中对卫星电视传输、系统构成、卫星电视多路声音传输、高质量立体声广播、高清晰度电视传输、4GHz 卫星电视接收技术及利用卫星电视接收的 CATV 系统的组成和结构特点作了详细的介绍。

本书深入浅出、通俗易懂, 可供大专院校无线电技术、通信、电视、微波和信号处理等专业师生及从事研制、生产、使用卫星电视广播的技术人员参考, 也可作为培训卫星电视接收站的技术人员的教材。

卫星电视接收技术

顾龙翔 吴力学 顾洪源 编译

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路 450 号)

本书在上海发行所发行 商务印书馆上海印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 7.25 插页 1 字数 157,000

1989 年 9 月第 1 版 1989 年 9 月第 1 次印版

印数 1—2,100

ISBN 7-5323-0763-8/TN·20

定价: 4.50 元

前 言

卫星通信和广播电视业务的迅速发展,使人们能及时了解与交换国内外的各种信息。它的实用价值已为人们所公认。为了使边远地区人民及时收看中央电视台的节目,我国自1985年8月1日起,利用位于印度洋上空东经 66°E 的国际通信卫星V号的三个转发器,向国内传送电视节目。因等效全向辐射功率较小,接收站需用直径较大(约6m左右)的天线。为了使全国各地人民都能用性能好、价格低、天线小的家用卫星电视接收机收看丰富多采的电视节目,发射等效全向辐射功率较大,星载多个转发器的广播卫星,已势在必行。此外,国内已出现许多集体(甚至个体)用户使用卫星电视接收站,收看位于东经 179° 度, 90° 度的通信卫星和 110° 度的BS-2a广播卫星, 99° 度的静止站-T广播卫星的电视节目,这种现实情况,使卫星电视为人们所关注。许多读者渴望了解和掌握卫星电视接收技术,为此,我们以日本NHK编的1984年出版的“衛星放送の受信入門”一书为基础,根据我国的实际情况和广大读者的需要,编译本书。

本书面向关心卫星电视的广大读者,以通俗易懂的普及形式,阐述卫星电视接收技术。

全书共分七章,第一章简要而系统地介绍卫星广播电视系统,卫星的定点位置,电波强度,极化方式,频道划分,图像信号,声音信号的PCM副载波方式的传输特点及卫星广播现状。第二章介绍广播卫星的发射,星载转发器,卫星姿态控

制和地面设备。第三章阐述卫星电视接收系统原理，着重分析接收系统的技术特点和性能，给出中国主要城市的卫星接收站的天线角坐标等参数和优选接收系统的微机计算结果。第四章介绍接收机各个组成部分的工作原理，技术要点和构成方法。第五章讨论卫星电视接收的 CATV 系统的组成原理和结构特点。第六章介绍卫星电视接收系统的安装和调整方法。第七章简要说明 4 GHz 卫星电视单收系统的工作方式。

本书的第一、三、四、五章由顾龙翔编译，第二、六章由吴力学编译，第七章由顾洪源编译。全书由顾龙翔统稿。

作者感谢在日本学习的何晓旬博士生为我们及时提供“衛星放送の受信入門”一书。

如果本书对关心卫星电视的广大读者有所得益，那将是编译者的荣幸。

编译者 1988.8.

目 录

第一章 卫星广播概论

第一节	卫星广播系统	1
第二节	广播卫星的静止位置	4
第三节	卫星广播电波	8
一、	卫星广播频段	8
二、	卫星广播频道	9
三、	卫星广播电波的极化方式	11
四、	电波功率通量密度	14
第四节	卫星广播信号的简要流程	18
第五节	图像信号的传输方式	19
第六节	声音信号的传输方式	22
一、	声音信号的脉码调制	24
二、	数字声音信号的多路方式	29
三、	数字声音信号的四相移相键控传输	33
第七节	高清晰度电视的卫星广播	37
第八节	卫星广播现状	44

第二章 广播卫星与地面设施

第一节	广播卫星的构造与发射	54
一、	构造与功能	54
二、	发射与静止位置	55
三、	故障和宇宙环境的影响	60
第二节	星载广播设备	61

一、转发器	61
二、天线	65
第三节 广播卫星的本体功能	68
一、电源	68
二、姿态控制	70
三、轨道位置的保持	72
四、其他设备	74
第四节 地面设施	76
一、概要	76
二、地面发射站	77
三、利用卫星广播接收的地面转播站	80
四、管理控制站	81

第三章 卫星广播接收原理

第一节 卫星广播电波强度	82
一、功率通量密度与场强关系	82
二、电波在自由空间中的传输损失	85
三、电波的到来方向	86
第二节 卫星接收系统的载噪比	96
一、卫星接收站的基本装置	96
二、接收机的输入功率	96
三、接收系统的噪声	99
四、接收系统的载噪比和优质	101
第三节 接收天线的选择	104
第四节 接收质量	116
一、信噪比 S/N	116
二、预加重对信噪比的改善	119
三、视觉特性对信噪比的改善	119
四、图像评价信噪比	120
五、声音质量	122

第五节 综合性能	123
----------------	-----

第四章 卫星广播接收站

第一节 概要	125
第二节 接收天线	127
一、抛物面天线的原理	127
二、辐射器的构造	129
三、抛物面天线特性	131
四、天线种类	134
五、天线性能	136
第三节 下变频器	137
一、下变频器的构成原理	137
二、下变频器的结构	139
三、下变频器的性能	141
第四节 调谐解调器	143
一、调谐解调器的工作原理	143
二、调谐解调器的构造	146
三、调谐解调器的性能	147
第五节 同轴电缆与连接器	150

第五章 卫星广播的集体接收

第一节 卫星电视的集体接收方式	151
第二节 卫星广播集体接收的系统设备	155
一、放大器	156
二、混合器和分波器	161
三、分配器	163
四、分支器	167
五、串联单元	172

第六章 实际接收

第一节 BS天线的设置与调整	174
一、BS天线的设置和自然环境	174
二、工程前期工作	177
三、天线架的施工方法	180
四、BS天线方向的调整	185
第二节 家用接收系统的施工要点	189
一、家用接收系统的构成	190
二、接插件的装接与防水处理	192
三、与地面广播信号的混合	194
四、BS调谐解调器输入输出端头的使用方法	195
五、BS下变频器的电源供给	198

第七章 C波段卫星电视接收机

第一节 电视单收站	200
一、TVRO的上、下行线路链	200
二、TVRO地面终端	203
三、TVRO的组成方式	202
四、系统和分部件的技术性能	205
第二节 C波段卫星电视接收机的电路构成方式	211
一、电路构成框图	211
二、第一混频器	211
三、1100MHz的第一中频	213
四、第二振荡器和混频器	213
五、第二中频级	214
六、解调器	214
七、视频处理器	215
八、伴音解调器	215

九、自动频率调整(AFC)	216
十、电源	217
第三节 C 波段卫星电视接收机的调整	217
一、70 MHz 中频级和 1170 MHz 振荡器的调整	218
二、解调器和调谐器的调整	219
三、系统调整	219
四、实收调整	220
五、查找故障	221

第一章 卫星广播概论

近代电子科学和空间技术的发展,使人们能利用通信和广播卫星,在国际和国内范围传递声音、数据、传真和彩色电视节目,交换各种业务信息。

通信卫星始于60年代,现在已形成国际和国内的卫星通信网。广播卫星是在通信卫星的基础上发展起来的,它用较大的发射功率,以点波束或成形波束方式,向指定区域或国内的广大用户转发信号,使人们能在家里用卫星电视接收机,直接收看丰富多彩的电视节目。

第一节 卫星广播系统

卫星广播的系统概貌,如图1.1所示,它包含广播卫星,节目播出中心,主副地面站,卫星测控管制站,移动的车载地面站,船用接收站,众多的集体接收站和个体接收站及转播站等部分。

图中广播卫星定点在赤道上空约35786公里的对地静止的卫星轨道上,居高临下地向它的覆盖区广播,全国各地能以较高的仰角,同时接收到卫星广播的电波信号,收看到无重影的色彩鲜艳的高质量图像。它不受高山、海洋、河流的影响,能一举解决电视和通信的全覆盖问题。

主地面站将电视节目制作中心送来的彩色图像和伴音信号,经过视频处理变成基带信号,对指定的主载波频率(如

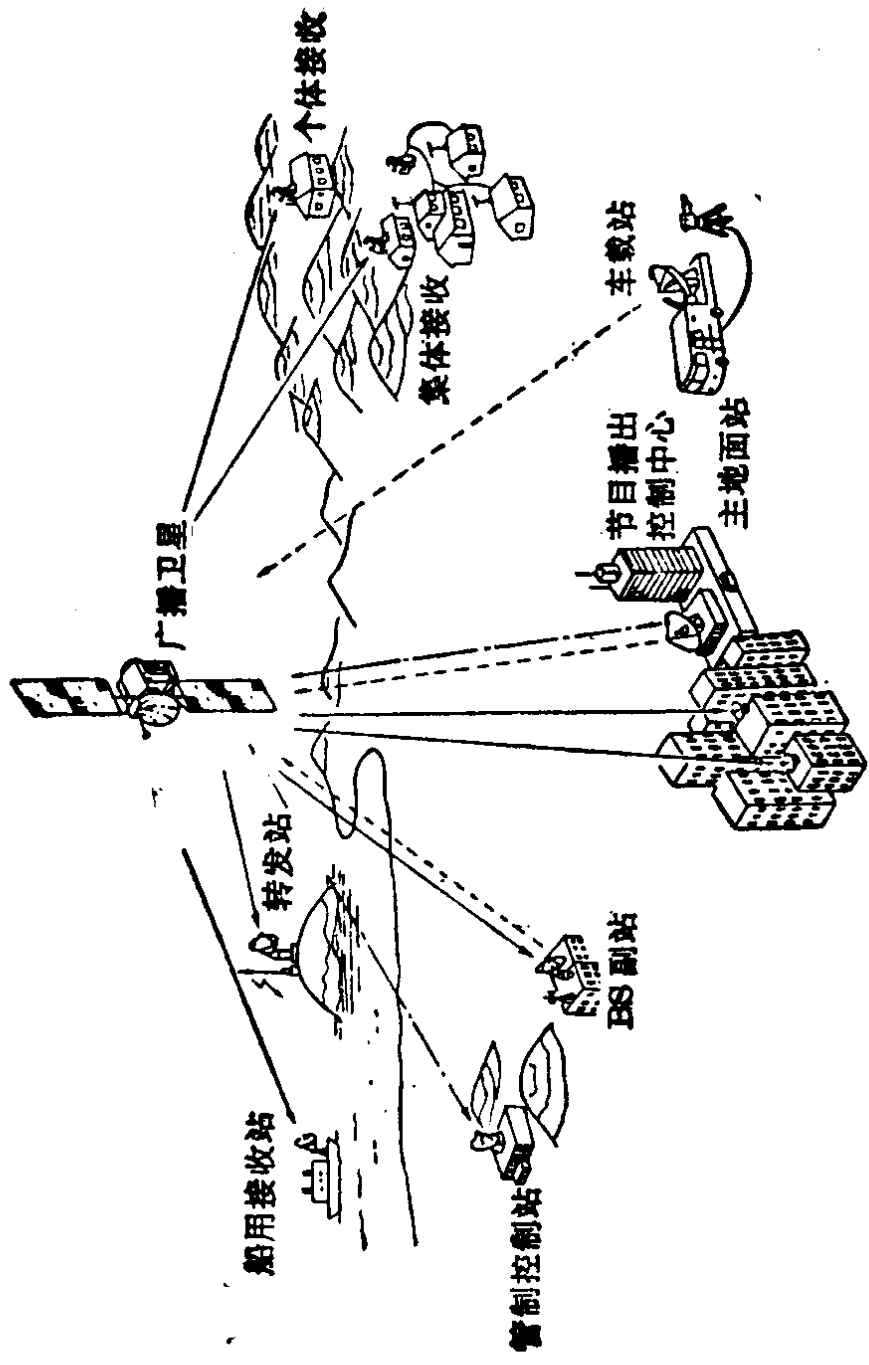


图 1.1 卫星广播系统概貌

14.0~14.5 GHz, 或 5.925~6.425 GHz 频段的某一指定频道)调频后,以额定的功率向广播卫星发射,这种由地面站向卫星发射的频率,叫做上行频率。卫星天线接收地面站的信号后,经过星载转发器的低噪声放大,下变频到指定的发射频率(如 Ku 或 O 频段的某一频道)、放大到额定的发射功率后,由天线向卫星覆盖区发射,地面的卫星接收站将收到来自广播卫星转播的电视节目。这种由广播卫星向地面发射的频率,称为下行频率。

卫星广播的个体接收,是用廉价的小型天线和简易的卫星接收机,直接接收卫星广播电视节目。

集体接收是用直径为 2 m, 3 m 甚至 4.5 m(边缘地区)的天线和高质量卫星接收机接收卫星广播节目,然后用有线电视(CATV——Cable Television)或共用天线电视(CATV——Community Antenna Television)系统,传输到每个用户,也可用小型电视发射台方式向本地用户转发。

车载移动地面站的主要作用,是把某个地方临时发生的电视节目,通过卫星及时实况广播到全国各地,如大型体育比赛、运动会、文艺演出等节目和非常灾害的紧急报导等等。

卫星副地面站,用于传输地方电视节目,或在某些特殊情况下代替主站工作。

测控和管制站,是用于测试卫星参数,监视卫星的运行状态,管制卫星的定点位置,进行卫星的姿态控制等等。

卫星广播的每一个信道频带宽(如 Ku 频段,每个频道的带宽为 27 MHz),传输信息量大,是实现高清晰度电视广播、脉码调制(Pulse code modulation——PCM)的多路声音广播、文字广播、静止画广播、传真广播、数据广播的重要传输手段。图 1.2 表示了卫星广播对发展各种新方式广播的作用。

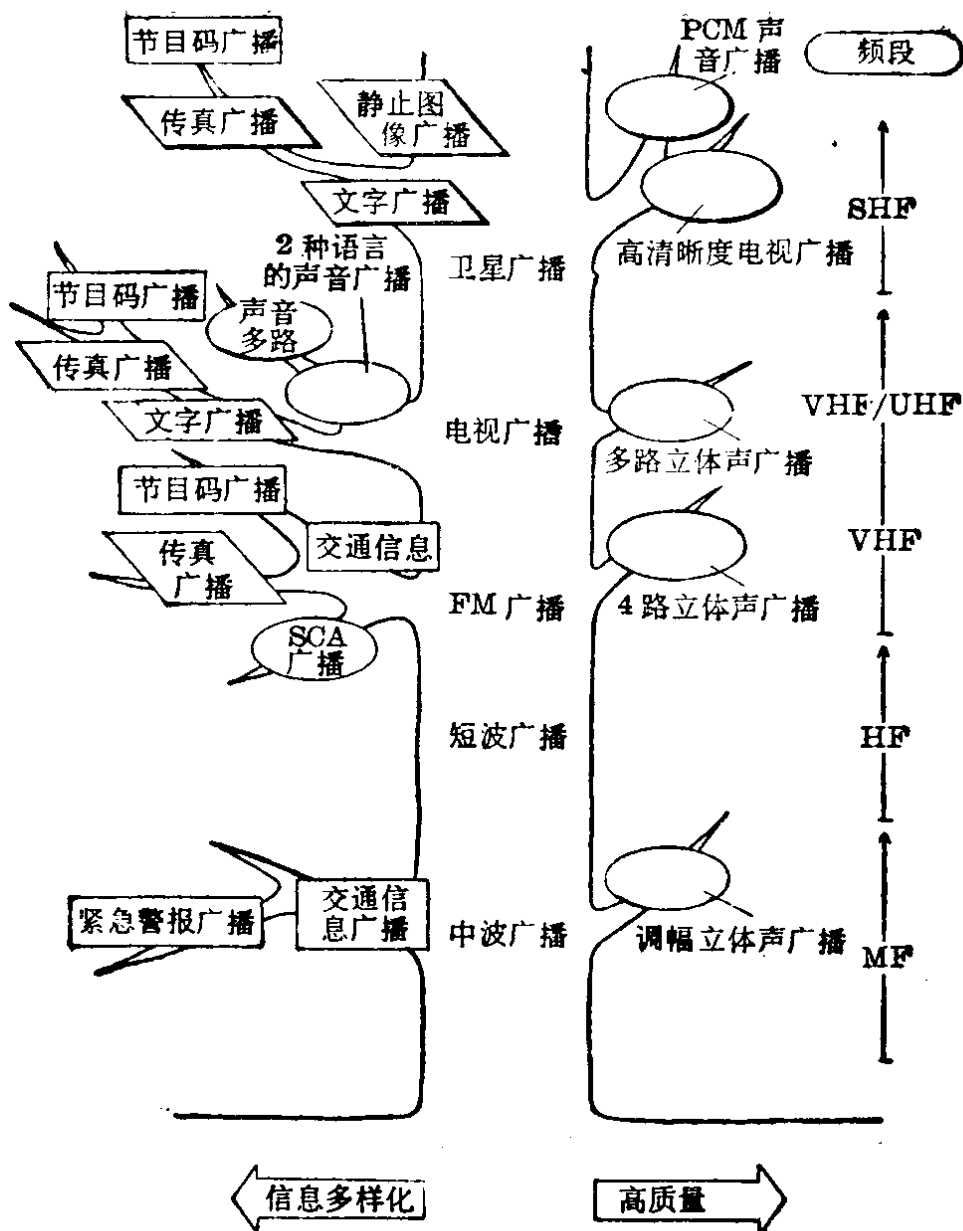


图 1.2 卫星广播对各种新方式广播的作用

第二节 广播卫星的静止位置

为了使卫星广播覆盖区的广大用户直接收看卫星电视节目,个体和集体接收系统必须简单经济,不需要跟踪卫星,这就要求通信和广播卫星定点在与地球相对静止的静止卫星轨

道上，即卫星绕地球的公转周期和运动方向与地球的自转周期和运动方向相同，且定点在赤道上空离地球赤道表面35786公里的圆形轨道上，位于此轨道上的卫星叫做静止卫星，通常用东经或西经的度数表示静止卫星的定点位置，如日本的BS-2a广播卫星定点在东经110度(110°E)，静止站-T卫星定点在东经99度(99°E)，国际通信卫星V号定点在66°E和179°E等等。静止卫星轨道如图1.3所示，在一般情况下，由三轴稳定的姿态控制，能使广播卫星的位置保持在东西南北0.1度以内，这样，卫星接收天线对准广播卫星后，不必经常调整，能保持着良好的定向接收条件。

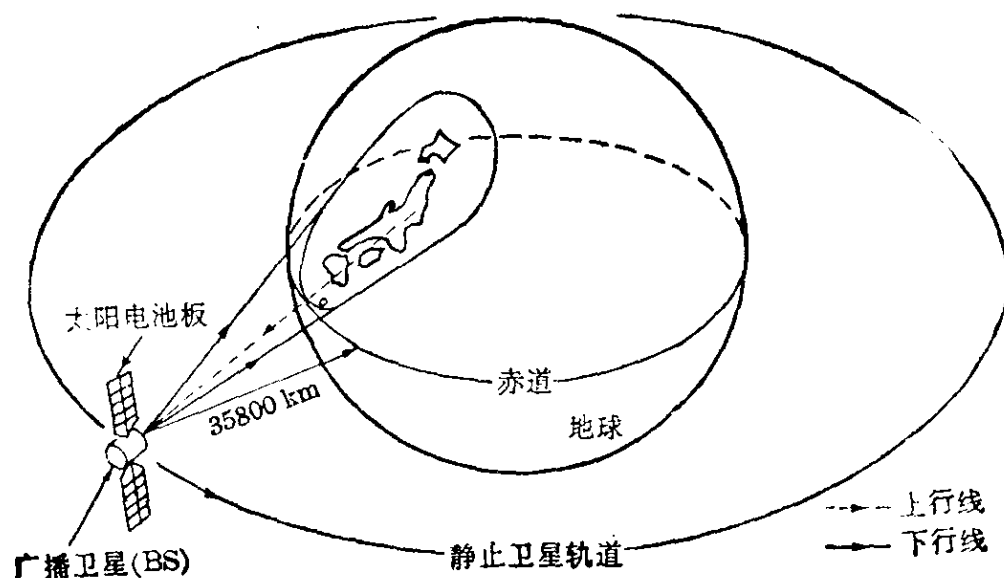


图 1.3 静止卫星轨道

由于静止卫星轨道只有一个，世界各国的广播和通信卫星的定点位置都在这个轨道上，因此，如何利用静止轨道资源，已成为世界各国关注的问题。在国际上由国际电信联盟(ITU)的世界无线电行政大会(WARC-BS)进行协调。每个国家发射的通信和广播卫星，都要预先登记，如中国通信卫星

的定点位置为 87.5°E , 103°E , 125°E 。广播卫星的定点位置为 92°E , 80°E , 62°E 等等。选择广播卫星的静止位置还要考虑到接收效果和卫星蚀等因素。就接收效果而言, 由接收点看通信和广播卫星的仰角、方位角和到卫星的距离, 随卫星的静止位置、接收点的地理经纬度的不同而异, 为了使卫星广播的电波不被高山、城市中的高楼大厦阻挡, 减小天线噪声温度, 希望卫星的定点位置对服务区内的接收点有较高的仰角, 使用户有良好的接收条件。

由于卫星绕地球的运动和月亮绕地球运动一样, 都是以太阳为中心的, 因此, 当太阳、地球(或月亮)、广播(或通信)卫星在一条直线上, 卫星进入地球(或月亮)的阴影区时, 会出现如图 1.4 所示的卫星蚀。

由于静止卫星的轨道位于地球的赤道面内, 所以静止卫

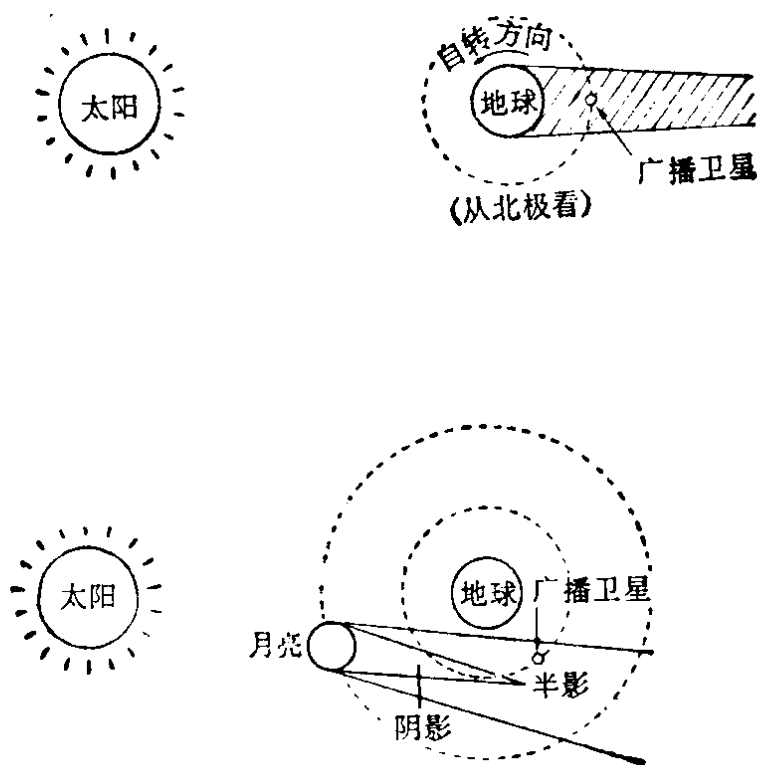


图 1.4 卫星蚀

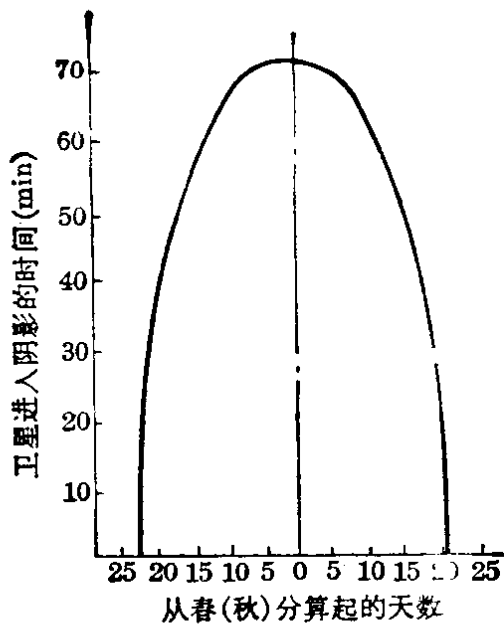


图 1.5 静止卫星发生卫星蚀的时间

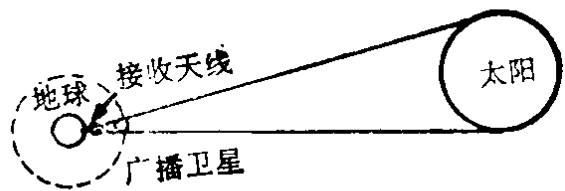


图 1.6 太阳射电噪声干扰

星的卫星蚀出现在春分和秋分的一段时间内。这时，卫星星下点地区正好处于午夜时分。在春分和秋分这两天卫星蚀的时间最长，分别为 72 分钟。卫星蚀每年春秋分前后的持续时间约 45 天，如图 1.5 所示。卫星进入月亮的阴影区的时间和持续时间都不一定。

在卫星蚀期间，卫星上的太阳能电池不能工作，此时卫星上的小容量蓄电池不能充分供电，必须切断消耗功率大的星载转发器的电源，因以，在卫星蚀发生时，卫星广播就中断了，为了避免在晚上收看率最高时发生卫星蚀，卫星的定点位置最好偏西，例如，日本的 BS-2 广播卫星定点在东经 110 度，卫星蚀发生时间大部分在午夜左右，此时地面已停止广播，影响较小。

当太阳、广播卫星、地面某一接收点处在如图 1.6 所示的同一条直线时，接收点的卫星接收天线正好对着太阳，此时，在卫星接收系统中同时收到来自卫星的广播电波和太阳的射

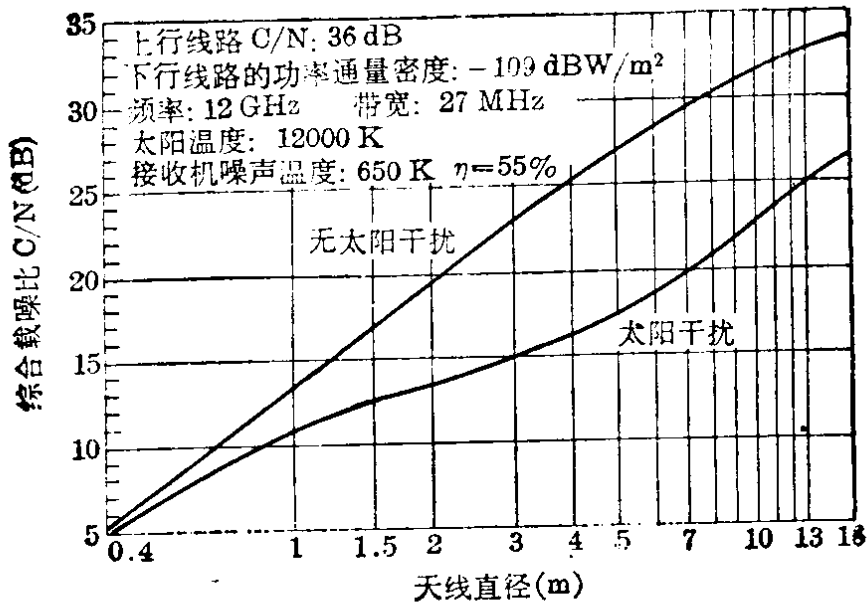


图 1.7 太阳的射电噪声干扰影响的实验报告

电噪声波，由于太阳的射电噪声干扰波比广播卫星电波大很多，因此，无法正常收看卫星广播节目。这种太阳射电干扰情况，在春分和秋分前后连续发生数天，每次几分钟。受干扰的影响程度随接收天线的直径而异，其实验结果如图 1.7 所示。由图可见，太阳干扰时，接收系统的载噪比下降。使用直径为 75cm 到 100cm 的小型接收天线时，太阳射电干扰使载噪比下降约 3 分贝，接收天线直径大于 1m 以上时，影响较大。

第三节 卫星广播电波

一、卫星广播频段

在 1971 年国际电联召开的关于宇宙通信的世界无线电行政大会(WARC-ST)上，分配给卫星广播的频段为 700 MHz, 2.6 GHz, 12 GHz, 22 GHz, 41 GHz, 85 GHz 等 6 个频段。1979 年国际电联的世界无线电行政大会又进行修改、增加和再确认，其频段分配如表 1-1 所示。