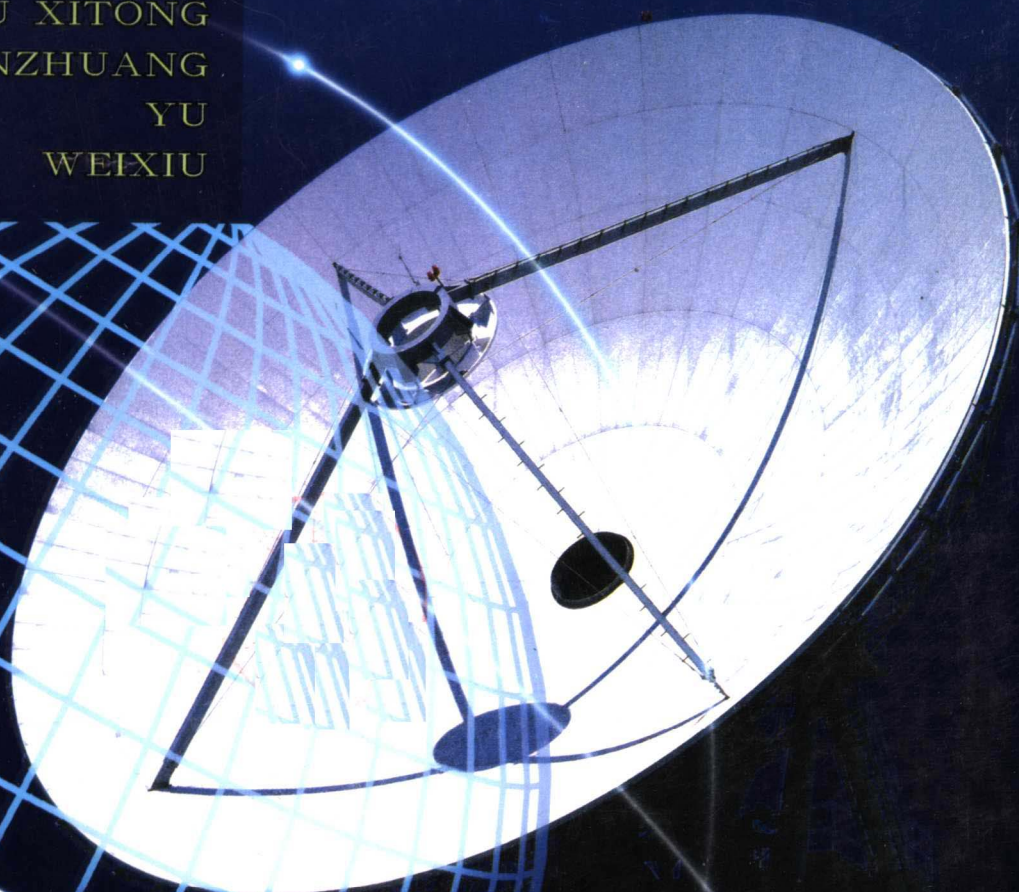


刘修文 编著

卫星电视接收系统 安装与维修

WEIXING DIANSHI
JIESHOU XITONG
ANZHUANG
YU
WEIXIU



金盾出版社

卫星电视接收系统 安装与维修

刘修文 编著

金盾出版社

内容提要

本书是在深入浅出地介绍了卫星电视接收系统的基本结构、工作原理、性能参数与安装调试方法的基础上,重点介绍卫星电视接收机的基本电路、常见故障与维修实例。附录中收入了卫星电视接收设备安装使用的有关政策法规和卫星电视节目接收的技术参数等。

本书通俗易懂,简明实用,适合基层卫星电视接收站、乡镇有线电视站的管理与维护人员以及家电维修从业人员阅读。

图书在版编目(CIP)数据

卫星电视接收系统安装与维修/刘修文编著. —北京:金盾出版社,2003.11

ISBN 7-5082-2724-7

I. 卫… II. 刘… III. ①卫星广播电视—电视接收机—安装②卫星广播电视—电视接收机—维修 IV. TN948.55

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 091469 号

金盾出版社出版、总发行

北京太平路 5 号(地铁万寿路站往南)

邮政编码:100036 电话:68214039 66882412

传真:68276683 电挂:0234

封面印刷:北京 2207 工厂

正文印刷:北京金盾印刷厂

各地新华书店经销

开本:787×1092 1/16 印张:13.75 字数:300 千字

2003 年 11 月第 1 版第 1 次印刷

印数:1—11000 册 定价:17.50 元

(凡购买金盾出版社的图书,如有缺页、
倒页、脱页者,本社发行部负责调换)

前 言

卫星电视广播是一项高新技术。由于它具有覆盖面广、信号传送环节少且不受地理条件限制、投资及维护费用低等优点,在我国得到迅速普及。目前,我国已有 13 套中央台电视节目和 32 路数字广播节目,3 套教育台节目,40 多套省、市台的电视、广播节目以及各种图文信息,通过卫星传送到千家万户。特别是实施“村村通”广播电视工程以来,卫星电视接收系统以前所未有的速度进入边远山区的农村家庭,对改善我国广大农村的物质文化生活、普及科学技术知识、帮助农民脱贫致富发挥了不可替代的作用。为帮助基层卫星电视接收站及乡镇有线电视站的工作人员掌握卫星电视接收、安装调试及维修技术,作者根据多年的实践经验,并收集参考了有关最新资料,编写了本书。本书力求图文并茂,通俗易懂,并结合典型电路和故障实例,详细介绍故障分析与检修方法,使读者能触类旁通、举一反三。

全书共分五章,第一章介绍了卫星电视广播的基本知识和卫星电视节目的技术参数;第二章介绍了卫星接收天线的选择与安装调试;第三章介绍了高频头的选用与维修;第四章分别介绍了模拟卫星电视接收机与卫星数字电视接收机电路的基本组成、工作原理以及使用与调试;第五章重点介绍了卫星电视接收机的故障分析与维修实例。在附录中,收集了卫星电视技术常用缩略语中英文对照,以及卫星电视接收的有关政策法规和卫星电视接收机的电原理图,介绍了全国 153 个主要城市接收卫星电视节目的方位角、仰角和极化角,供读者参考。

北京电视技术研究所高级工程师胡廷纲先生对书稿进行了审定,并提出了宝贵的修改意见,周冬桂、刘旭毅、颜爱华等参加了本书的编写工作,刘静敏和罗志凌等参与了插图的绘制,在此一并致以诚挚的谢意!

由于作者水平有限,书中难免有不妥和错误,恳请广大读者不吝赐教。

作者

2003 年 7 月

目 录

第一章 卫星电视广播概述	1
第一节 广播卫星与卫星广播	1
一、广播卫星	1
二、卫星广播	2
三、卫星广播波段与频道的划分	3
四、卫星的 EIRP 覆盖图	4
五、天气和季节对卫星信号的影响	10
第二节 卫星广播电视系统	11
一、卫星广播电视系统的组成	11
二、卫星数字电视传输上行系统	12
三、卫星电视接收系统	13
四、我国内地卫星直播平台	13
第三节 我国内地和港澳地区卫星电视节目技术参数	17
一、亚太 1A 卫星电视节目技术参数	17
二、亚洲 2 号卫星电视节目技术参数	17
三、亚洲 3 号卫星电视节目技术参数	18
四、鑫诺 1 号卫星电视节目技术参数	19
五、其他卫星电视节目技术参数	20
六、卫星电视图文信息技术参数	20
第二章 卫星电视接收天线和馈源	21
第一节 抛物面天线	21
一、前馈式抛物面天线	21
二、后馈式抛物面天线(卡塞格伦天线)	22
三、偏馈式抛物面天线	22
四、天线的馈源与极化	23
五、天线的主要性能要求	25
第二节 天线的选择	29
一、选择天线口径	29
二、选择天线类型	30
三、其他方面的选择	30
四、部分天线产品简介	31
第三节 天线的安装调试与维护	32
一、卫星电视地面接收站址和天线安装位置的选择	32
二、天线的安装	32
三、天线对星调节及寻星仪的使用	33
四、天线的日常维护	39

第四节 天线的防雷与接地	39
一、雷电袭击的途径	39
二、机房的防雷	40
三、新型防雷技术和方法	40
四、接地与接地电阻的测量	41
第三章 高频头	43
第一节 高频头的组成与作用	43
一、高频头的组成	43
二、高频头的作用	43
第二节 高频头的性能指标与产品简介	44
一、高频头的主要性能指标	44
二、双本振高频头	45
三、几种高频头产品的技术参数	45
第三节 高频头的选用	47
一、分清波段	48
二、注意极化方式与本振频率	48
三、选用 Ku 波段高频头的注意事项	48
第四节 高频头的维护与检修	48
一、日常维护	48
二、故障原因的分析与检修	49
三、维修注意事项	51
第四章 卫星电视接收机	52
第一节 模拟卫星电视接收机	52
一、电路的基本组成与工作原理	52
二、主要性能及技术指标	56
三、使用与调节	57
四、与接收机连接的配套附件	57
五、几种模拟卫星电视接收机整机电路	58
第二节 卫星数字电视接收机	68
一、电路的基本组成与工作原理	68
二、主要性能及技术指标	72
三、二块芯片的卫星数字电视接收机	74
四、单芯片卫星数字电视接收机	82
五、智能卡	87
六、接收机的使用与调试	88
七、卫星数字广播节目的接收	93
第五章 卫星电视接收机的维修	95
第一节 模拟卫星电视接收机的常见故障分析与维修	95
一、三菱 ESR2020 型模拟卫星电视接收机	95
二、WS—1000 型模拟卫星电视接收机	98

三、东芝 TSR—C4 型模拟卫星电视接收机	100
四、神州 TS—9900B 型模拟卫星电视接收机	104
第二节 卫星数字电视接收机的常见故障分析与维修	106
一、现代 HSS—100T 型卫星数字电视接收机	106
二、九洲 DVS—398(B)型卫星数字电视接收机	109
三、万利达 MDS—300H 型卫星数字电视接收机	110
四、同洲 CDVB—891B 型卫星数字电视接收机	112
五、锦电 JBS—627/627G 型卫星数字电视接收机	114
六、DSD660 型卫星数字电视接收机	116
第四节 模拟卫星电视接收机常见故障维修 38 例	118
第四节 卫星数字电视接收机常见故障维修 32 例	130
参考文献	143

第一章 卫星电视广播概述

第一节 广播卫星与卫星广播

一、广播卫星

广播卫星是向公众直接转播电视或声音的人造地球卫星,主要用于电视广播,又称电视广播卫星。它是卫星广播系统的重要组成部分,主要起空间广播发射台的作用。广播卫星由电视广播转发系统和保障系统组成。广播转发系统包括广播转发器和广播收发天线。广播卫星运行在倾角为零的圆形地球同步轨道(简称地球静止轨道)上,其星下点轨迹是赤道上一点。在地面上的人看来,在这种轨道上运行的卫星是静止不动的,所以称为静止卫星。其实这种卫星并非不动,只是它绕地轴转动的角速度和地球自转的角速度相等,转动方向相同。它距地面的高度为 35786km,运动速度为 3.07km/s。典型的广播卫星具有百瓦量级的发射功率。

广播卫星由通信卫星发展而来,是一种专用的通信卫星,但二者又有区别。通信卫星主要用于电话、电报、电传和电视传输等电信业务,连接两座或多座具有收、发功能的卫星通信地球站实现点对点的双向通信,它的通信转发器数目较多。为了避免对地面微波中继线路共用频段的干扰,每个通信转发器的输出功率一般为 5~10W,发射到地面的电波较微弱,须用口径较大的高增益天线、复杂昂贵的低噪声接收设备和跟踪系统来接收。通信卫星虽然也能转播电视节目,但要经过卫星通信地球站接收,然后传送到地面电视台再转发给公众。广播卫星不需要任何中转就可向地面转播或发射电视广播节目,供公众集体或个体直接接收,实现点对面的广播,因此又称直播卫星(DBS)。按照国际电信联盟(ITU)的规定,直播卫星一般属于卫星广播业务(BSS)范围,采用广播专用的 Ku 和 Ka(待开发)频段。而通信卫星点对点的节目传输则属于固定卫星业务(FSS),它使用通信的 C 频段和 Ku 频段。通常人们又将固定卫星业务(FSS)中使用 Ku 频段提供卫星直接到户服务称为卫星直播。广播卫星一般用国内或区域波束覆盖。典型的广播卫星有以下特点:

1. 高功率发射

为了让地面观众用装有口径 0.6~3m 天线的简易设备直接收看、收听卫星广播节目,广播转发器比通信转发器的输出功率要大得多(两个 135W 的行波管并联,输出功率大于 250W),并且广播天线采用高增益的窄波束或成形波束,将电波能量集中到卫星覆盖区内,提高到达地面的电波强度。因此广播卫星向地面发射的等效全向辐射功率比通信卫星的高数十倍到上千倍。用作集体接收型的广播卫星的等效全向辐射功率(EIRP)为 50dBW(分贝瓦)左右,而个体接收型的则达到 60 多 dBW。

2. 大型太阳能电池翼

广播转发器输出功率较大,要求太阳能电池能提供千瓦量级以上的电源功率。因此广播卫星多采用三轴姿态控制,它装有大型太阳能电池翼,并始终自动定向对准太阳,以提高太阳光照射效率。

3. 高精度轨道控制和天线指向

为了使地面接收设备简单和不要求地面天线具有跟踪能力,同时又能避免卫星之间的相

互干扰,广播卫星均采用地球静止卫星轨道,并能精确地保持其所在轨道位置。国际电信联盟规定,Ku 频段广播卫星的轨道位置偏差应在 $\pm 0.1^\circ$ 范围内;天线波束相对其标称指向的偏移在任何方向上均不超过 0.1° 。

二、卫星广播

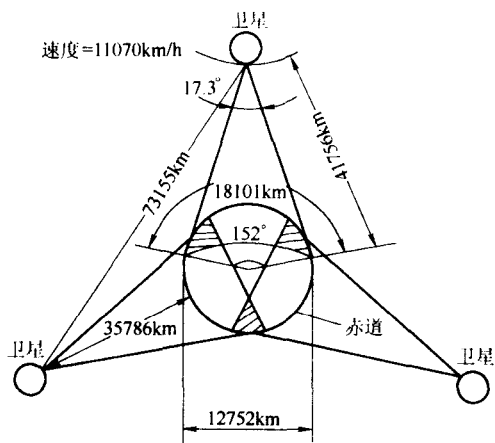


图 1-1 卫星覆盖示意图

卫星广播是利用广播卫星向地面转播电视或声音信号,供一般公众直接接收的广播方式。直接接收包括个体接收和集体接收两种:个体接收系统卫星的发射功率较大,到达地面的电波较强,用口径 1m 以下的小型天线和简单的设备即可接收;集体接收系统卫星的发射功率较小,地面要用口径较大的天线和较复杂的设备来接收。卫星广播是实现广播电视大面积覆盖的先进手段,如果在赤道上空相对于地球静止的卫星轨道上放置三颗间隔各 120° 的广播卫星,就可以实现全球卫星通信或全球卫星电视传送,卫星覆盖如图 1-1 所示。卫星广播具有很大的信息传输能力,为高清晰度电视广播创造了条件。

卫星广播具有以下主要优点:

1. 覆盖范围广

我国地域辽阔、地形复杂、人口散居,特别是老少边穷地区,利用地面无线电视广播或有线电视广播是难以覆盖的。然而,卫星广播不受高山、沙漠等地理障碍的影响。利用一颗大功率广播卫星,就能够获得 100% 的人口覆盖和国土面积的覆盖。

2. 信号质量高

卫星转发器用定向天线将电波聚集成窄束,使大部分电波比较均匀地辐射到覆盖区。同时卫星传送环节少,受外界的影响较小,信号比较稳定。另外,来自卫星的电波的人射角大,受山峰和建筑物的阻挡少,能减少阴影和多径反射的影响,因而信号接收质量高。

3. 系统容量大

卫星广播利用压缩编码技术和动态统计复用技术,采用 MCPC 方式可在一个卫星转发器上传送 12 套标准清晰度数字电视节目和 12 套立体声广播节目。我国即将研制的第二代直播卫星“东方红四号”可负载 50 个转发器。

4. 抗干扰能力强

卫星广播采用两级纠错编码技术,一级采用 R-S 编码,纠正与本组有关的误码及纠正突发性误码。另一级采用卷积编码,除能纠正本组的误码外,还能纠正其他组的误码。卷积编码可采用不同的比率,即 $1/2$ 、 $2/3$ 、 $3/4$ 、 $5/6$ 和 $7/8$,一般采用 $1/2$ 和 $3/4$ 。误码率控制在 10^{-10} ~ 10^{-11} 。

5. 保密性及可靠性高

卫星广播采用有条件接收技术,能确保系统外用户接收不到系统内的节目。同时可实现对用户和节目分类服务,进行收费管理。

6. 接收简便

卫星广播采用 Ku 波段大功率行波管转发器,用户端只需使用小口径的卫星天线(含高频

头)加上一台卫星数字电视接收机即可收看几十套甚至数百套电视、广播节目。接收天线的安装也十分简便。

7. 综合应用性强

由于采用数字压缩技术,卫星广播除了传送广播电视节目外,还可以开展其他业务,如提供数据传送、交互式业务、图文传送、高速互联网接入等综合服务。

8. 受到国际公约的保护

根据国际电联的规定,广播卫星的覆盖范围不受国际其他广播卫星和通信卫星溢出电波的干扰,具有很强的国内覆盖特性。

三、卫星广播波段与频道的划分

1. 卫星广播波段的划分

1971 年国际电信联盟在日内瓦举行世界无线电行政会议,第一次对卫星广播业务使用的频率进行了分配,1977 年世界无线电行政大会进一步确定了卫星广播的频道分配。1979 年世界无线电行政大会对此作了修改。上述国际会议分配给卫星广播下行线路使用的频段见表 1-1。

表 1-1 广播卫星使用频率

频 段	频率范围(GHz)	带宽(MHz)	使用范围
L	0.620~0.790	170	全世界
S	2.5~2.69	190	全世界
	2.5~2.535	35	第二区
	2.655~2.69	35	第三区
Ku	11.7~12.2	500	第二、三区
	12.5~12.75	250	第三区集体接收
	11.7~12.5	800	第一区
Ka	22.5~23	500	第三区
Q	41~43	2000	全世界
W	84~86	2000	全世界

注:第一区包括欧洲、非洲和亚洲西部(俄罗斯、蒙古等);

第二区包括南美洲、北美洲;

第三区包括亚洲、大洋洲。

2000 年世界无线电行政大会的一个重要内容,是对第一区和第三区广播卫星业务(BSS)重新进行了规划。规划的技术依据主要有:①BSS 频段的划分。下行频率为 11.7~12.5GHz(第一区)和 11.7~12.2GHz(第三区),上行频率为 17.3~18.1GHz(第一区)。第三区国家有两个频段,频率分别为:17.3~17.8GHz 和 14.5~14.8GHz。②转发器带宽为 27MHz。③接收天线极化方式采用圆极化。④频道数目、频道安排方式与频道间隔。第三区每个国家有 1 个波束和 12 个模拟频道,使用 500MHz 连续频段;第一区每个国家有 1 个波束和 10 个模拟频道,使用 400MHz 连续频段等。

我国属于第三区,在重新规划中获得 4 个广播卫星轨位资源,每个轨位有两个下行波束,每个波束有 12 个频道,共计 96 个模拟频道资源。我国现有 4 个轨位资源,分别为 62° E、92.2° E、122° E 和 134° E。其中 62° E 有两个国家(中国与阿尔巴尼亚)使用;92.2° E 为我国专用,该轨位在我国地面天线的接收仰角较高,对我国开展卫星电视广播业务极为有利;134°

E 为我国与瑙鲁(南太平洋一岛国)及巴布亚新几内亚共用;122° E 为我国香港特别行政区和澳门特别行政区使用,使用该轨位的还有美国托管的关岛、北亚里亚纳以及老挝。

2.C 波段的频道划分

因为卫星电视是借用通信卫星传输的,通信卫星采用 C 频段,上行频率为 6GHz,下行频率为 4GHz。C 波段卫星电视频道划分见表 1-2。

表 1-2 C 波段卫星电视频道划分

频 道	中心频率 (MHz)	频 道	中心频率 (MHz)	频 道	中心频率 (MHz)	频 道	中心频率 (MHz)
1	3727.48	7	3842.56	13	3957.64	19	4072.72
2	3746.66	8	3861.74	14	3976.82	20	4091.90
3	3765.84	9	3880.92	15	3996.00	21	4111.08
4	3785.02	10	3900.10	16	4015.18	22	4130.26
5	3804.20	11	3919.28	17	4034.36	23	4149.44
6	3823.38	12	3938.46	18	4053.54	24	4168.62

注:此表是通信卫星 C 波段的频道划分,也是我国所使用的通信卫星(用于传送电视、广播、话音及数据信息等)C 波段的频率。

3.Ku 波段的频道划分

Ku 波段是卫星广播的优选频段,也是我国即将要使用的卫星广播的主要频段。这是由于 Ku 波段具有频率高、频率范围宽、信号容量大等特点,另外卫星转发器功率大,采用较小口径的抛物面天线(0.5~1.2m)就能获得满意的图像质量。Ku 波段卫星电视频道划分见表 1-3。

表 1-3 Ku 波段卫星电视频道划分

频 道	中心频率 (MHz)	频 道	中心频率 (MHz)	频 道	中心频率 (MHz)
1	11727.48	9	11880.92	17	12034.36
2	11746.66	10	11900.10	18	12053.54
3	11765.84	11	11919.28	19	12072.72
4	11785.02	12	11938.46	20	12091.90
5	11804.20	13	11957.64	21	12111.08
6	11823.38	14	11976.82	22	12130.26
7	11842.56	15	11996.00	23	12149.44
8	11861.74	16	12015.18	24	12168.62

注:此表是卫星广播 Ku 波段的频道划分,也是我国即将使用的广播卫星主要频段。

四、卫星的 EIRP 覆盖图

卫星通过其发射天线将微波信号发射到地球表面上覆盖区内的任何地方,其下行信号的等效全向辐射功率,简称 EIRP,计量单位为 dBW。将具有相同 EIRP 值的点连接起来,就形成了等值线。这些等值线一般是封闭的,并由较小数值的等值线套着较大数值的等值线,图中心为最大值。由等值线构成的图就是 EIRP 覆盖图,又称卫星信号的场强图。由于卫星上一般都有 C 波段转发器与 Ku 波段转发器,因此卫星信号的 EIRP 覆盖图包含着 C 波段 EIRP 覆盖图和 Ku 波段 EIRP 覆盖图。一般 Ku 波段 EIRP 值要大于 C 波段的 EIRP 值,因为卫星上 Ku 波段转发器的功率大于 C 波段转发器的功率。

目前,卫星下行信号采用线极化和圆极化方式,不同极化方式所形成的 EIRP 覆盖图一般是相似的,也就是说从 EIRP 覆盖图上看不出卫星是采用什么极化方式(特别注明的除外),但是,有的卫星却利用极化方式的不同分为不同的覆盖区,如“亚太 1A”卫星,C 波段就有水平波束和垂直波束两个 EIRP 覆盖图。有关卫星的 EIRP 覆盖图分别见图 1-2~图 1-11。

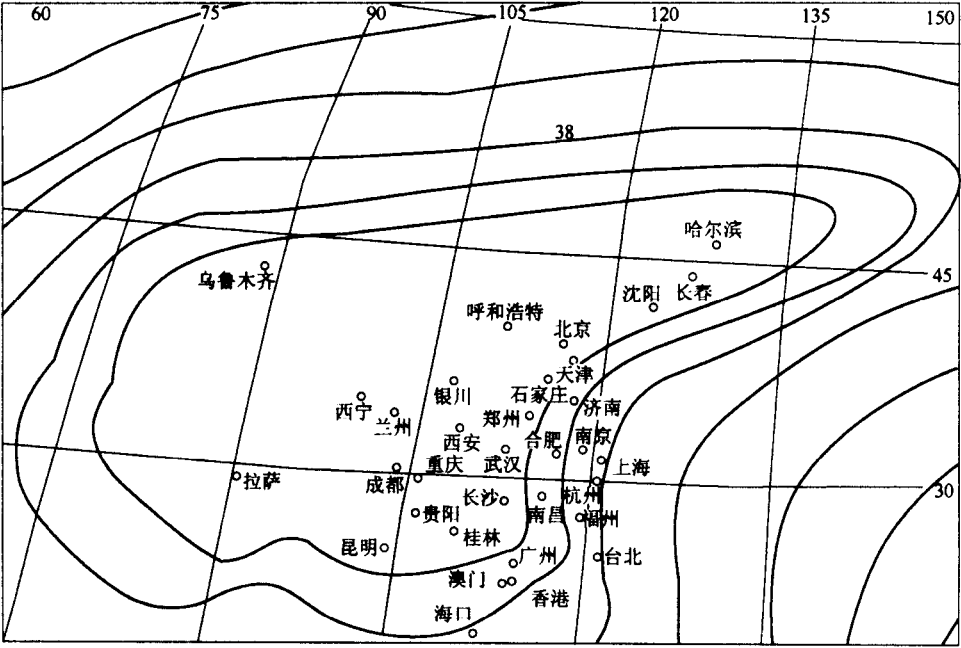


图 1-2 亚太 2R 卫星 C 波段 EIRP 覆盖图

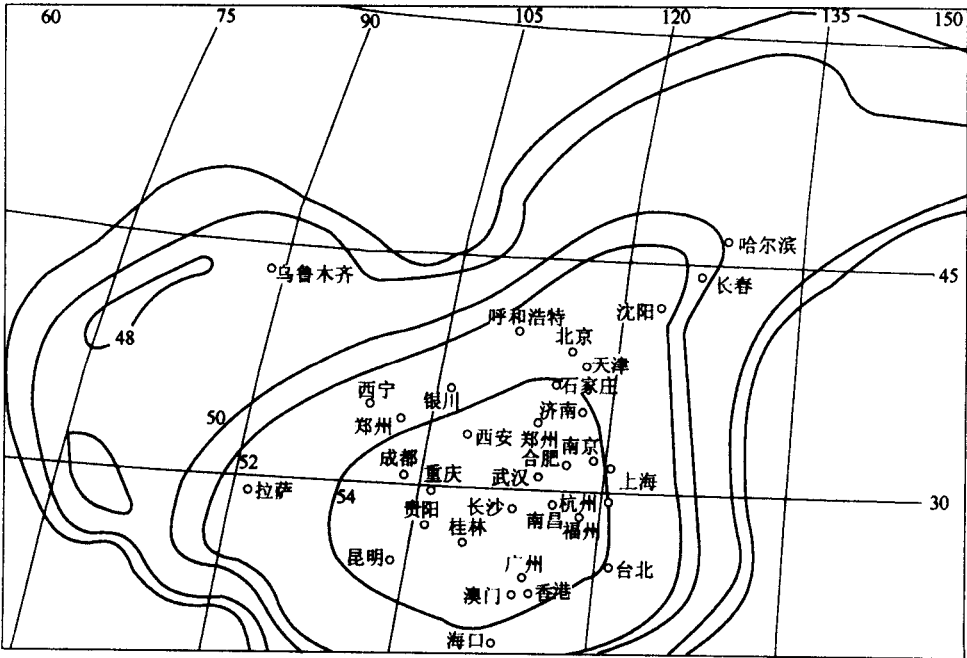


图 1-3 亚太 2R 卫星 Ku 波段 EIRP 覆盖图

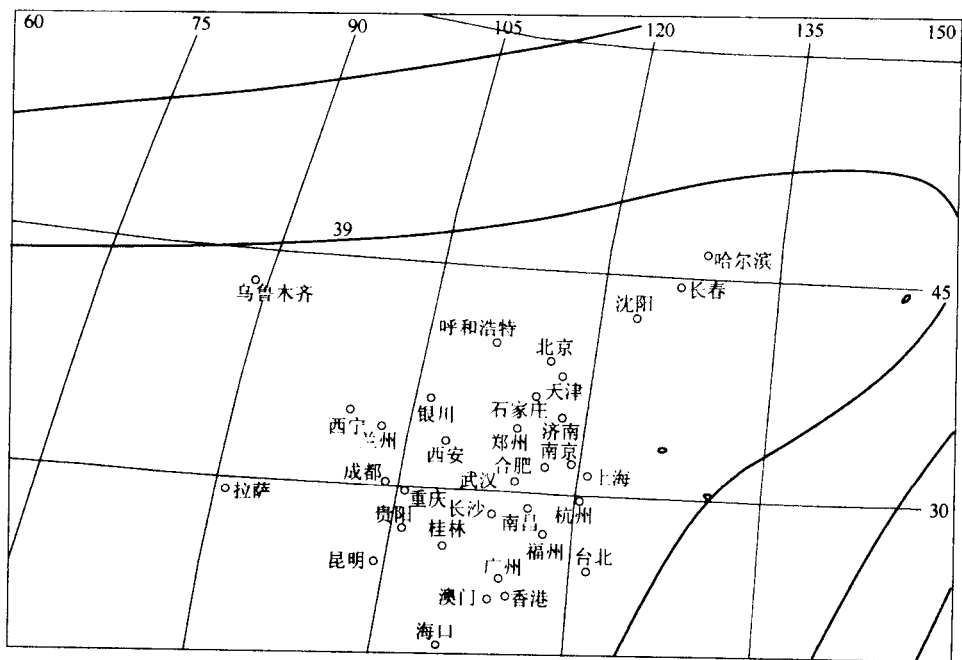


图 1-4 亚洲 2 号卫星 C 波段 EIRP 覆盖图

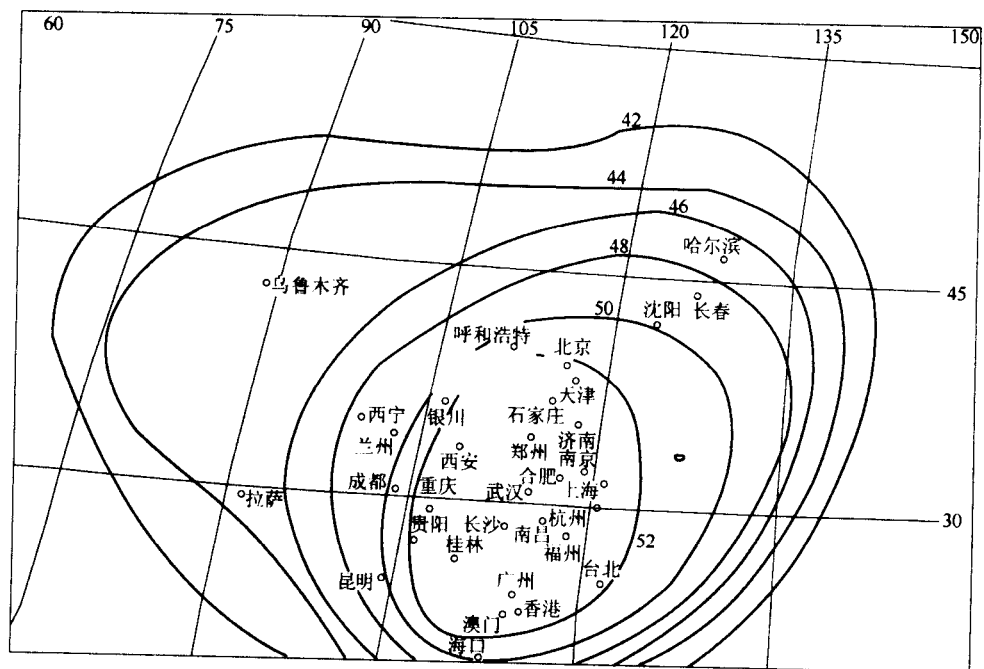


图 1-5 亚洲 2 号卫星 Ku 波段 EIRP 覆盖图

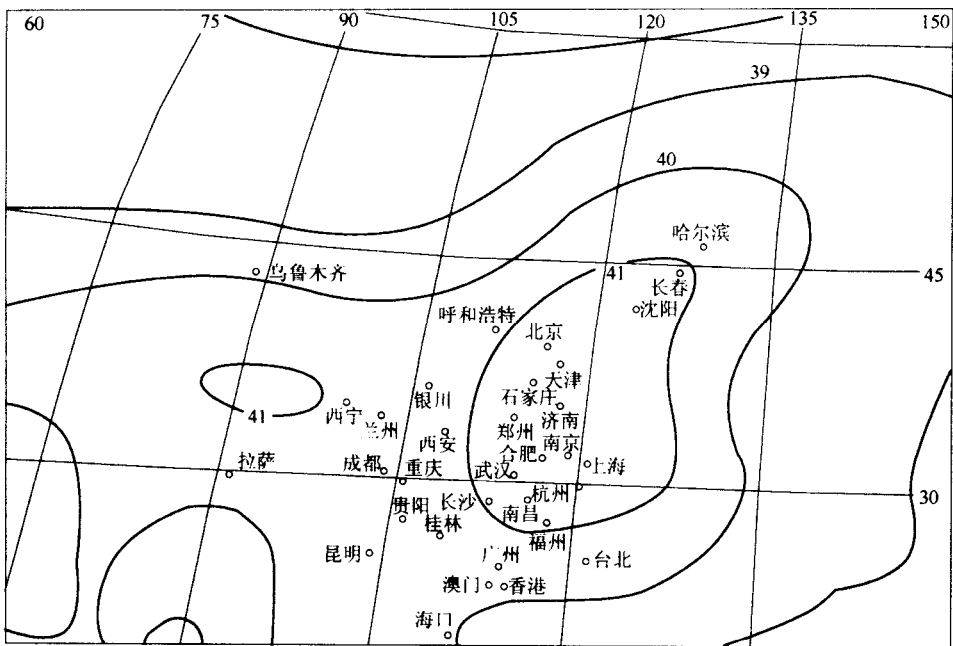


图 1-6 亚洲 3 号卫星 C 波段 EIRP 覆盖图

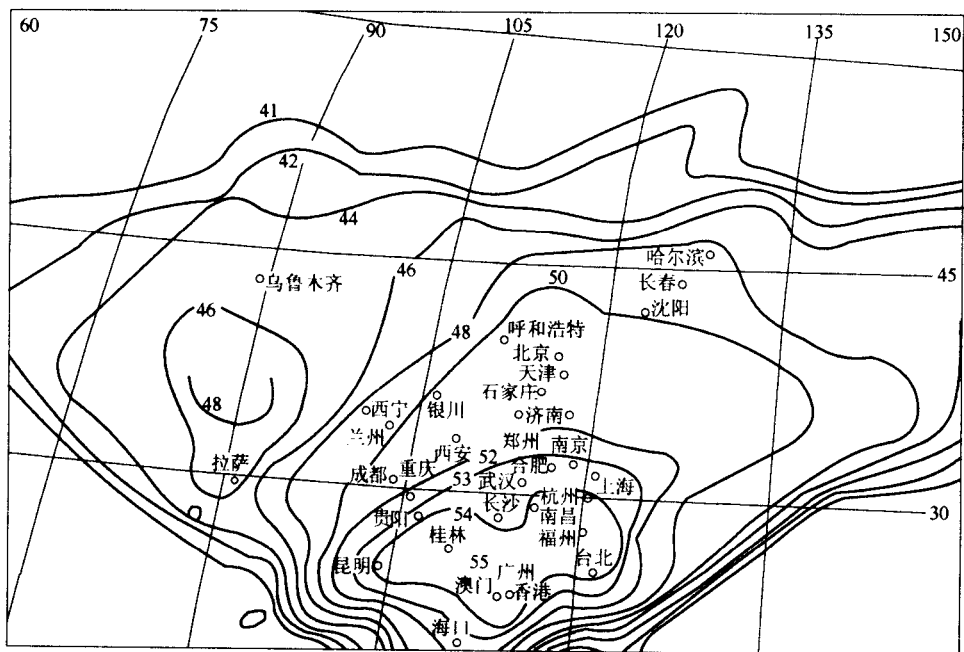


图 1-7 亚洲 3 号卫星 Ku 波段 EIRP 覆盖图

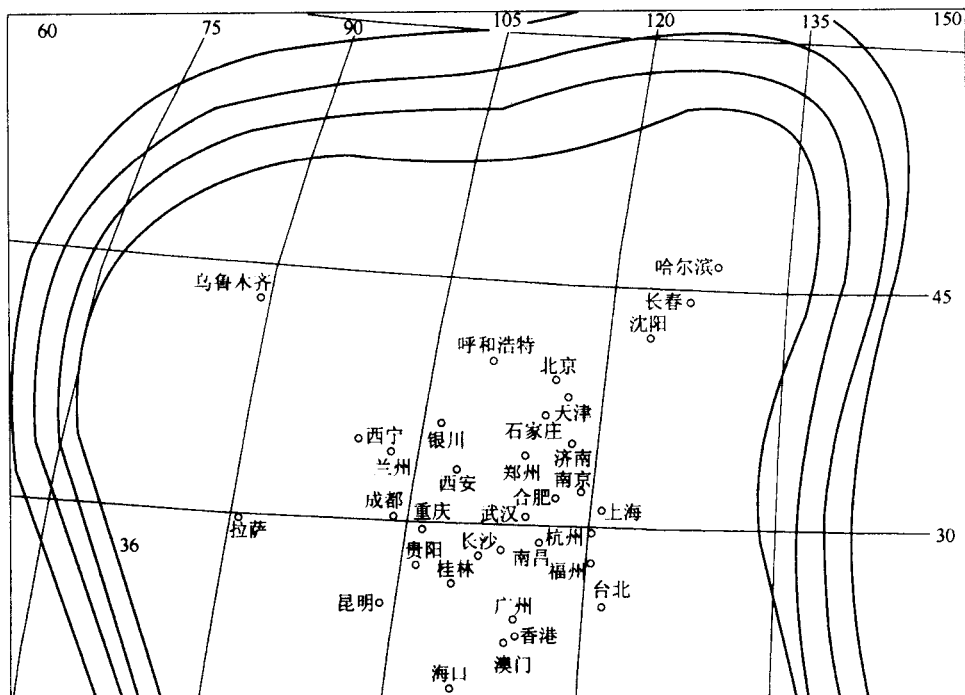


图 1-8 鑫诺 1 号卫星 C 波段 EIRP 覆盖图

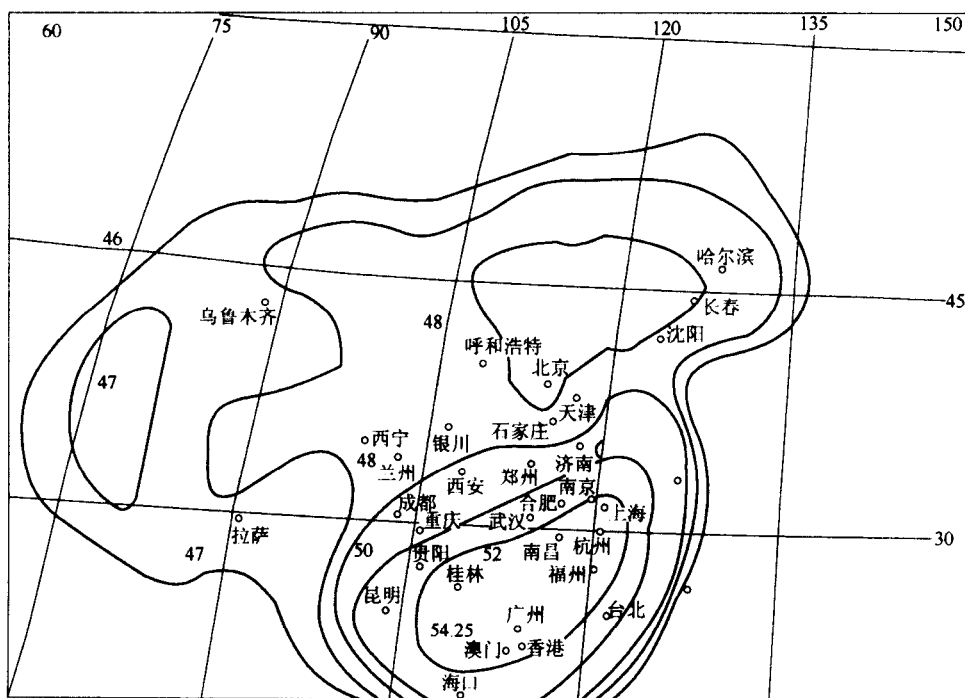


图 1-9 鑫诺 1 号卫星 Ku 波段 EIRP 覆盖图

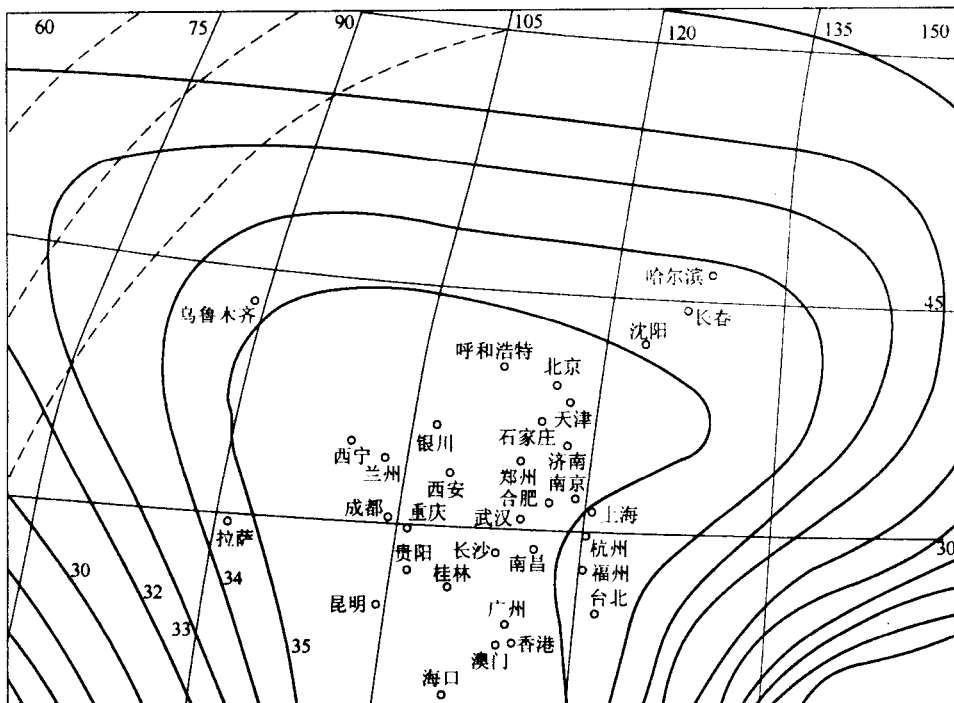


图 1-10 亚太 1A 卫星 C 波段垂直波束 EIRP 覆盖图

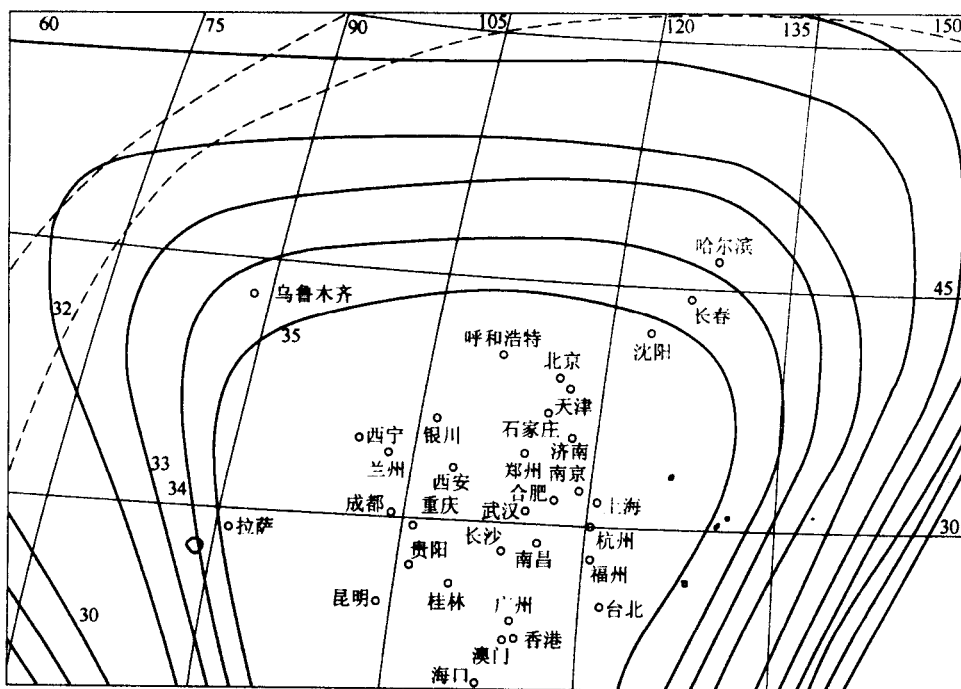


图 1-11 亚太 1A 卫星 C 波段水平波束 EIRP 覆盖图

五、天气和季节对卫星信号的影响

1. 雨雾天气对卫星信号的影响

卫星信号受雨、雾、云、雪、霜天气的影响较大,这是因为电磁波在空间传播时一部分能量被雨、雾、云、雪、霜吸收或散射而引起损耗。损耗的大小与电波的频率、穿过的路径、雨雪的大小以及云雾的浓度等因素有关。

在雨中传播的卫星电视信号受雨滴的吸收和散射影响而产生的衰减叫降雨衰减,简称雨衰。在 3GHz 以上的频段,随着频率的升高,雨衰增大。在 10GHz 频段以下,必须考虑中雨(雨量为 4mm/h)以上天气的影响;在毫米波段,中雨以上的降雨衰减相当严重。在中雨情况下,电波穿过雨区路径长度每 10km,对于 C 波段下行信号的衰减为 0.4dB 左右;在暴雨(雨量为 100mm/h)情况下,虽然每公里的损耗强度较大,但是雨区高度一般小于 2km,对于 C 波段下行信号每公里的衰减为 0.2dB,总的衰减值为 0.4dB 左右。根据国际电联(ITU)提供的资料可知,Ku 波段信号在大雨或暴雨时,每公里衰减 1~10dB。

降雨也会产生降雨噪声,这种降雨噪声折合到接收天线输入端就等效为天线热噪声。降雨噪声对接收信号的载噪比有很大的影响,影响的程度与衰减量的大小和天线结构有关。根据测算,每衰减 0.1dB,噪声温度增加约 6.7K。一般情况下,天线的仰角越高降雨噪声的影响越小,这是因为电磁波穿过降雨路径较短,衰减量就小一些。

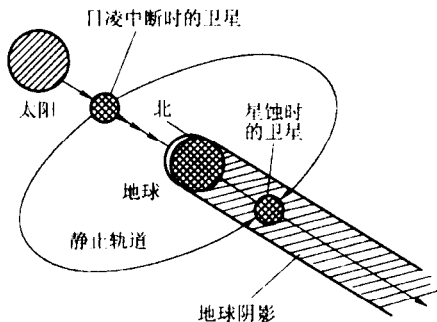


图 1-12 星蚀及日凌示意图

2. 星蚀与日凌对卫星信号的影响

静止卫星除了围绕地球运转外,还随地球一起绕太阳公转。每年在春分(3月21日)及秋分(9月23日)前后 23 天中,每天当卫星的星下点(指卫星与地心连线同地球表面的交点)进入当地时间午夜前后,卫星、地球和太阳共处在同一条直线上。此时,地球挡住了阳光,卫星处于地球的阴影区,这种天文现象称之为星蚀,如图 1-12 所示。

星蚀每次连续出现 45 天,共计 90 天,而且春分和秋分这两天,星蚀的时间最长,为 72min。在星蚀期间,卫星上的太阳能电池不能正常工作,整个卫星所需的能源由星载蓄电池来供给,为了减轻蓄电池的负荷,可以通过卫星在轨道上定点位置的设计,使星蚀发生在服务区内通信业务量最低的时间里。

日凌中断发生在每年春分和秋分前后连续数天,在静止卫星星下点进入当地中午前后的一段时间里,卫星处于太阳、地球之间(见图 1-12),太阳、卫星、地球在同一条直线上,这种天文现象称为日凌。当日凌发生时,地面站天线在对准卫星的同时有可能同时对准太阳,从而使大量的太阳噪声进入地面接收设备,严重时将导致信号中断,这种现象称之为日凌中断。日凌的主要影响是增加下行传输线路的噪声温度,因而使地面站电视信号的品质因数(用接收天线增益 G 与系统噪声温度 T 的比值表示,单位为 dB/k)下降,甚至使卫星信号中断。每年在春分和秋分时这种现象可持续数日,每日持续约几分钟。日凌持续的时间与地面站的纬度及天线口径等因素有关。日凌中断的影响一般是难以避免的,除非使用两颗不同时发生日凌中断的卫星,在日凌中断出现前将地面站天线转换到接收另一颗卫星的信号。

根据天线聚焦原理,天线的口径越大,受日凌中断的影响越小(约几秒钟);反之,口径越小中断时间越长。表 1-4 给出北纬各纬度日凌中断发生时间表,供读者防止日凌中断影响时参考。