

微波与 卫星通信技术

Microwave and
Satellite Communication

井庆丰 © 编著



国防工业出版社

National Defense Industry Press

微波与卫星通信技术

井庆丰 编著

国防工业出版社

·北京·

内 容 简 介

本书涵盖了微波与卫星通信的基本理论、信号传播特点及实际应用等各个方面。介绍了卫星通信系统的概念和组成、通信卫星轨道与发射、卫星通信系统地面段和空间段的系统组成、卫星通信的调制、解调技术,纠错控制技术、多址接入技术、微波的传播特点以及卫星链路参数进行计算和设计等内容。书中给出了各章的要点以及习题,使学生对课程的理解更加深入。

本书适合作为高等院校通信专业高年级学生和研究生的教材或参考书,也可供从事卫星通信的工程技术人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

微波与卫星通信技术 / 井庆丰编著. —北京:国防工业出版社, 2011.9

ISBN 978-7-118-07751-3

I. ①微… II. ①井… III. ①微波通信-教材
②卫星通信-教材 IV. ①TN925②TN927

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 199203 号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

北京奥鑫印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 9 $\frac{3}{4}$ 字数 213 千字

2011 年 9 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—4000 册 定价 26.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422

发行邮购:(010)68414474

发行传真:(010)68411535

发行业务:(010)68472764

前 言

近年来互联网络和移动通信网络的飞速发展,使得网络终端用户数量不断扩大、新业务不断增加,这对通信技术的发展提出了新的挑战。作为对互联网络和移动通信网络基础结构的一种补充,卫星通信系统以其全球覆盖性、固定的广播能力、按需灵活分配带宽以及支持移动终端等优点,已逐渐成为一种向全球用户提供互联网络和移动通信网络服务的补充方案。与此同时,时有发生重大灾害对地面通信系统的破坏能力极强,国家和人民对于卫星通信这种能够在自然灾害中不易受较大破坏的通信方式的需求性越来越强。另外,卫星通信系统作为一个广播系统,对于飞速发展的组播和广播、特别是宽带多媒体应用具有很好的服务能力。综上所述,卫星通信网络可以作为宽带接入网接入各种不同的网络,为不同条件下的固定和移动用户终端之间提供通信服务。卫星通信网络正朝着成为地面通信基础设施一部分的方向发展,为卫星通信新技术的研究也带来了许多新的领域和方向。

本书结合国内外的关于卫星通信的经典教材和文献,结合作者的实际工程经验编写而成,习题丰富,条理清晰,适用于高等院校通信工程、无线电工程、电子信息工程以及航天信息工程等专业高年级本科生使用。

本书总体上分为4个篇章,具体内容如下:

第一篇介绍了卫星通信系统的概念和组成,其中包括对微波与卫星通信概念的分析、通信卫星轨道与发射的讲解以及对卫星通信系统地面段和空间段的系统组成进行分析;

第二篇介绍了卫星通信的基本技术,包括卫星通信的调制、解调技术,纠错控制技术,多址接入技术等;

第三篇主要针对微波的传播特点进行分析,并对卫星链路参数进行计算和设计;

第四篇简要介绍了卫星通信系统的典型应用。

在本书的编写过程中,得到了哈尔滨工业大学电子与信息工程学院的郭庆、杨明川老师的悉心指导和帮助,这里对两位老师表示由衷的感谢。在本书出版过程中得到了南京航空航天大学航天学院陆宇平、王志谨两位院长的大力帮助,在书稿校对过程中得到了严晓菊老师的热心帮助,这里一并感谢。

由于时间仓促及学识有限,书中难免存在不足和错误之处,请读者和老师不吝指正。

井庆丰
南京航空航天大学
2011年6月

目 录

第一篇 卫星通信系统的概念及组成

第 1 章 微波与卫星通信概述	2
1.1 微波通信的概念及特点	2
1.2 卫星通信概述	3
1.2.1 卫星通信的概念	3
1.2.2 卫星通信的特点	3
1.2.3 卫星通信的频率划分与选取	3
1.2.4 卫星通信的轨道划分及特点	4
1.2.5 卫星通信系统的组成	7
本章要点	10
习题	10
第 2 章 通信卫星的轨道及发射	11
2.1 开普勒定律	11
2.2 宇宙速度	12
2.3 近地点与远地点	12
2.4 静止卫星的发射	12
2.4.1 捆绑火箭	12
2.4.2 静止卫星的发射过程	13
2.4.3 发射窗口	14
本章要点	14
习题	14
第 3 章 卫星通信地面段的系统组成	15
3.1 地球站的分类	15
3.2 地球站的系统组成及工作原理	16
3.2.1 发射分系统	17
3.2.2 接收分系统	18
3.2.3 天线分系统	18
3.2.4 其他分系统	20
3.3 地球站的性能指标	20

本章要点	22
习题	22
第4章 卫星通信空间段的系统组成	23
4.1 空间段的系统组成及工作原理	23
4.2 通信卫星的天线分系统	25
4.2.1 通信卫星天线分类	25
4.2.2 INMARSAT 卫星天线	26
4.2.3 接收天线的有效口径	27
4.2.4 电磁波的极化和天线极化	28
4.3 通信卫星的信号转发	29
4.3.1 透明转发器	30
4.3.2 处理转发器	31
4.4 通信卫星的姿态控制	32
本章要点	33
习题	33

第二篇 卫星通信基本技术

第5章 卫星通信中数字信号的调制和解调技术	36
5.1 卫星通信中常用的数字信号调制方式	37
5.2 相移键控调制方式	38
5.2.1 二相相移键控(BPSK)	38
5.2.2 四相相移键控(QPSK)	38
5.2.3 偏移四相相移键控(OQPSK)	41
5.3 频移键控调制方式	42
5.3.1 二进制频移键控(FSK)	42
5.3.2 最小频移键控(MSK)	42
5.3.3 高斯最小频移键控(GMSK)	42
5.4 QAM 调制方式	43
5.4.1 QAM 调制的基本原理	43
5.4.2 QAM 映射的实现方法	44
5.4.3 QAM 调制的性能	44
5.5 OFDM 调制方式	45
5.5.1 OFDM 技术	45
5.5.2 OFDM 的 FFT 实现	46
5.5.3 卫星通信中实现 OFDM 传输的系统结构	48
5.6 调制信号的传输特性分析	49

本章要点	49
习题	50
第 6 章 卫星通信中差错控制编码技术	51
6.1 卫星通信中常用的差错控制编码方式	51
6.1.1 差错控制编码的发展	51
6.1.2 码距与纠错能力	52
6.1.3 卫星通信中常用的信道编码方式	52
6.2 循环码	53
6.2.1 循环码的概念	53
6.2.2 循环码的生成	53
6.3 BCH 码	54
6.3.1 BCH 码	54
6.3.2 RS 码	55
6.3.3 级联码	55
6.3.4 Turbo 码	56
6.4 卷积码	57
6.4.1 卷积编码基本原理	57
6.4.2 卷积编码的纠错性能	59
6.4.3 卷积编码的表示方法	59
6.5 交织技术	60
6.5.1 交织技术的基本原理	60
6.5.2 规则交织器	61
6.5.3 不规则交织器	61
6.5.4 随机交织器	62
本章要点	62
习题	63
第 7 章 卫星通信中的多址接入方式	64
7.1 多址接入与多址复用	64
7.2 频分多址方式	65
7.2.1 每载波多路信道的 FDMA	67
7.2.2 每载波单路信道的 FDMA	67
7.2.3 卫星交换 FDMA	67
7.2.4 FDMA 方式的主要优缺点	69
7.2.5 FDMA 在卫星移动通信中的应用	69
7.3 时分多址方式	69
7.3.1 TDMA 帧结构	70
7.3.2 TDMA 系统定时	72

7.3.3	TDMA 的特点	73
7.3.4	卫星交换 TDMA	73
7.3.5	多载波 TDMA	76
7.3.6	TDMA 在卫星移动通信系统的应用	77
7.4	码分多址方式	78
7.4.1	码分多址接入方式的基本原理	78
7.4.2	直接序列扩频 CDMA	79
7.4.3	跳频扩频 CDMA	81
7.5	空分多址方式	81
7.6	随机多址和可控多址接入方式	82
7.6.1	随机多址接入方式	82
7.6.2	可控多址接入方式	84
7.7	信道分配方式	86
7.7.1	预分配方式	86
7.7.2	按需分配方式	86
7.7.3	其他分配方式	87
7.7.4	信道分配的控制方式	87
	本章要点	88
	习题	88

第三篇 微波传播特点及链路参数计算

第 8 章	微波与卫星通信中的电波传播	92
8.1	影响电磁波传播的主要因素	92
8.2	自由空间损耗	93
8.2.1	自由空间损耗的概念	93
8.2.2	自由空间传播条件下收信功率的计算	93
8.3	平坦地面反射对电波传播的影响	94
8.3.1	菲涅尔区的概念	94
8.3.2	平坦地面反射对收信功率的影响	96
8.4	路径上刃形障碍物的阻挡损耗	99
8.5	对流层对于电波传播的影响	100
8.5.1	大气折射对于电磁波传播的影响	101
8.5.2	对流层其他因素对于电磁波传播的影响	104
8.6	多普勒效应	105
8.7	衰落的统计特性及方法	106
8.8	频率选择性衰落及其对抗方法	107

8.8.1	多径衰落的建模方法	107
8.8.2	频率选择性衰落	107
8.8.3	频率选择性衰落对系统传输质量的影响	108
8.9	常用的抗衰落技术	109
8.9.1	准备建设系统的抗衰落技术	109
8.9.2	分集技术	109
8.9.3	自适应均衡技术	110
	本章要点	111
	习题	113
第9章	卫星通信链路参数计算及设计	114
9.1	卫星通信链路基本参数	114
9.1.1	系统噪声	114
9.1.2	有效全向辐射功率(EIRP)	116
9.1.3	接收机输入端的信号功率	116
9.1.4	品质因数 G/T	117
9.1.5	饱和通量密度 ψ_M	117
9.1.6	各种传输损耗	118
9.2	卫星通信链路的计算	119
9.2.1	上行链路	120
9.2.2	下行链路	121
9.2.3	合成的上行链路和下行链路载比	121
9.3	卫星链路设计	122
9.3.1	卫星通信系统线路设计步骤	122
9.3.2	数字卫星通信线路的设计与计算	122
	本章要点	123
	习题	124

第四篇 卫星通信的应用

第10章	卫星通信系统的应用	128
10.1	卫星移动通信系统	128
10.1.1	卫星移动通信系统的分类	128
10.1.2	卫星移动通信系统的特点	128
10.2	卫星通信系统的业务	129
10.3	典型的对地静止卫星通信系统应用	129
10.3.1	Inmarsat 系统	129
10.3.2	Thuraya 系统	133

10.3.3 MSAT 系统	135
10.3.4 VSAT 系统	136
10.4 典型的非对地静止卫星通信系统应用	137
10.4.1 全球星(Globalstar)系统	137
10.4.2 铱星(Iridium)系统	139
10.4.3 全球定位系统(GPS)	141
10.5 宽带多媒体卫星通信系统	142
本章要点	143
部分习题答案	144
参考文献	145

第一篇

卫星通信系统的概念及组成

- 第 1 章 微波与卫星通信概述
- 第 2 章 通信卫星的轨道及发射
- 第 3 章 卫星通信地面段的系统组成
- 第 4 章 卫星通信空间段的系统组成

第1章 微波与卫星通信概述

在学习微波与卫星通信之前,要明确微波与卫星通信的概念及其特点。本章首先介绍微波与卫星通信的概念及特点,然后介绍卫星通信的频率划分与轨道划分方法,最后简要介绍卫星通信系统和链路的组成。

1.1 微波通信的概念及特点

微波是指频率为300MHz~300GHz的电磁波,是无线电波中一个有限频带的简称,即波长为1m~1mm的电磁波,是分米波、厘米波、毫米波和亚毫米波的统称。微波频率比一般的无线电波频率高,通常也称“超高频电磁波”。微波作为一种电磁波也具有波粒二象性,但由于其波长较短,粒子性表现的尤为明显,因此,其基本性质通常呈现为穿透、反射、吸收三个特性。微波因为具有以上的特性,与激光和红外线一同成为常用的无线传输介质。

微波通信是指用微波作为载体携带信息,通过无线电波空间进行中继通信的方式。微波通信包括地面微波接力通信、对流层散射通信、卫星通信、空间通信及工作于微波频段的移动通信。微波通信最基本的特点可以概括为:工作频带宽、通信容量大、便于中继通信。

(1) 工作频段宽,是指它包括了分米波、厘米波、毫米波和亚毫米波四个频段。此外,在微波频段,天电干扰和工业干扰及太阳黑子的变化基本无法对其产生影响,所以微波通信更加可靠和稳定。

(2) 通信容量大,即微波通信设备的通频带可以做的很宽,因此,可容纳比其他频段更多的话路。

(3) 便于中继通信,是指由于地球是圆的,加之地面上的地貌所限,使得地球上两点间能够直接通信的距离有限,即视距通信受限,为了可靠通信,就需要在两点的线路中间(空间)架设若干个中继站,采用接力的方式传输信息,类似的情况同样发生在卫星、飞行器及其他空间站之间的宇宙飞行体之间的通信中。

和其他的通信方式一样,微波通信也可以简单的分为模拟微波通信和数字微波通信。当前使用的绝大多数微波通信系统都是基于数字的,数字微波通信具有一切数字通信的优点。

(1) 抗干扰能力强,纠错、扩频、分集等技术的使用极大地增强了数字通信系统的抗干扰能力;

(2) 通过一定的转发手段,可以使线路噪声不累积;

(3) 便于加密,保密性强;

- (4) 器件便于微型化、固态化和集成化,设备体积小、耗电低;
- (5) 便于采用多址接入方式,增加系统用户容量。

数字微波通信同样具有数字通信的缺点,如要求的信道传输带宽较宽、易产生频率选择性衰落以及需要较复杂的抗衰落体制等。

1.2 卫星通信概述

1.2.1 卫星通信的概念

卫星通信是典型的微波通信方式之一。卫星通信是指利用一颗或多颗人造地球卫星作为中继站,转发或反射无线电波,在两个或多个地球站之间进行的通信。这里提到的地球站是指设在地球表面,包括地面、海洋或大气中的通信站。

1.2.2 卫星通信的特点

卫星通信具有一些其他通信方式不可比拟的特点,如:

(1) 覆盖面积大。例如,对于地球静止卫星,三颗卫星即可覆盖地球赤道及其两侧的几乎全部地区,因此,卫星就可以作为一个能把在地理上相距很远的众多用户同时连接在一起的通信网络枢纽。

(2) 通信的成本对距离不敏感。这意味着依靠卫星中继的通信双方相距很近与相距很远的卫星通信链路成本几乎是一样的,但是该成本也较高。因此,只有当系统处于连续使用状态,且成本能够在大量用户间分摊时,使用卫星通信系统才是较为经济的。

(3) 通信频带宽,传输容量大,可进行多址通信。卫星通信作为典型的微波通信中的一员,其提供的带宽和传输容量非常大,这同时也便于多用户的接入,实现多址通信。

(4) 信号传输质量高,通信线路稳定可靠。因为卫星通信的电波主要是在大气层以外的宇宙空间传输,宇宙空间可以看作是均匀介质,故电波传播比较稳定,且电波不易受到地形等自然条件的影响,也不易受到人为干扰的影响,所以传输质量较高,稳定性较好。

(5) 通信链路架设灵活,易于处理突发事件。同样,卫星能够为人口稀少的偏远地区或者遭受战争、自然灾害地区提供通信链路,而在这些情况下使用其他通信方式则是非常困难的。

1.2.3 卫星通信的频率划分与选取

卫星业务的频率划分是一个相当复杂的过程,它要求在国际组织间进行协调和规划。卫星业务的频率划分是在国际电信联盟(ITU)的管理下进行的。此外,卫星通信的工作频段选取还会影响到系统的传输容量、地球站发射机以及卫星转发器的发射功率、天线口径尺寸及设备复杂度等。因此,选取卫星通信的工作频段时,主要考虑的因素如下:

(1) 天线系统接收的外界干扰噪声要小,且与其他地面无线系统之间的相互干扰要尽量小,即处于卫星通信工作频段的其他噪声干扰要尽量的小。

(2) 电波的自由空间传播损耗要小。

(3) 适用于该频段的设备重量要轻,且体积小。

(4) 可用频带宽,以便满足传输信息的要求。

(5) 尽可能的利用现有的通信技术和设备。

卫星提供的业务总体可分为卫星固定业务、卫星广播业务、卫星移动业务、卫星导航业务和卫星气象业务等。表 1-1 列出了卫星业务常用的频段及其常用的业务范围,其中 Ku 频段表示低于 K 频段的部分,Ka 频段表示高于 K 频段的部分。

表 1-1 卫星常用频段及常用业务范围

频带名称	频率范围/GHz	常用业务范围
VHF	0.1~0.3	移动业务 导航业务 气象卫星
UHF	0.3~1.0	
L	1.0~2.0	移动业务 导航业务
S	2.0~4.0	
C	4.0~8.0	卫星固定业务
X	8.0~12.0	
Ku	12.0~18.0	直播卫星业务 卫星固定业务
K	18.0~27.0	
Ka	27.0~40.0	
V	40.0~75	
W	75~110	
mm	110~300	

1.2.4 卫星通信的轨道划分及特点

1. 卫星通信轨道划分

由于使用目的、覆盖要求、技术水平及经济实力等的不同,卫星在空间运动的轨道是多种多样的,与此对应的是轨道的划分方法也不相同,目前主要采用以下几种分类方法:

(1) 按轨道形状(离心率 e)划分为圆轨道($e=0$)和椭圆轨道($0 < e < 1$)。

(2) 按轨道面相对赤道面的倾角(轨道倾角 i)划分为赤道轨道($i=0^\circ$)、倾斜轨道($0^\circ < i < 90^\circ$)和极轨道($i=90^\circ$)。

(3) 根据卫星所处轨道高度 H 划分为低轨道(LEO, $H < 5000\text{km}$)、中轨道(MEO, $5000\text{km} < H < 20000\text{km}$)和高轨道(HEO, $H > 20000\text{km}$)。

(4) 根据卫星与地球上的某一点是否保持相对静止关系划分为对地静止轨道(GEO)和非对地静止轨道,其中 GEO 的轨道周期是一个恒星日,轨道倾角为 $i=0^\circ$ 。

(5) 从卫星轨道的重复特性方面来分,可以分为回归轨道、准回归轨道和非回归轨道。

(6) 此外,对于由多颗卫星组成的卫星星座,还可根据是否对卫星轨道进行控制以保持星座内各卫星之间有固定不变的相对位置。可分为固定位相星座和随机位相星座。

对于任意一颗卫星都可能兼而具备上述一种或多种特征。卫星通信中常用的卫星轨道一般具有以下特征:

- (1) GEO:具有圆轨道、赤道轨道、高轨道和对地静止轨道等特征;
- (2) MEO:具有倾斜或极轨道、中轨道、非对地静止轨道等特征;
- (3) LEO:具有倾斜或极轨道、低轨道、非对地静止轨道等特征;
- (4) HEO:具有椭圆轨道、倾斜轨道、高轨道和非对地静止轨道等特征。

执行不同航天任务的卫星,要求采用不同的轨道,有时还要由多颗卫星组成卫星星座。空间科学探测卫星,一般采用大偏心率的椭圆轨道;对地观测执行全球观察任务的卫星一般采用对地静止轨道以便于进行可见光观测,并且要求轨道能够按照一定的规律覆盖地球;执行对地面目标进行观测的侦察卫星,要求卫星在目标上空的轨道高度较低,以便获得地面目标的高分辨率图像;执行对地面目标动态观测的卫星,要求卫星的轨道能够使星下点重复,以便追踪动态目标。地区性固定通信业务的通信卫星目前大多使用对地静止轨道,以便地球站对卫星的跟踪。用于全球通信或者全球导航任务的系统,往往要使用多颗卫星组成的卫星星座,实现通信切换以及构成导航系统等。

2. 极轨道

极道卫星是指轨道倾角 $i = 90^\circ$ 的卫星,其轨道平面几乎不变,如图 1-1 所示。即使在各种摄动力的影响下,运行时间足够长时,轨道平面的摆动范围仍然较小。极轨卫星的运行轨道可以覆盖地球的南北两极区域,理论上极轨道有无数条,常用来对南北两极的海洋、气象和环境等进行遥感、遥测。

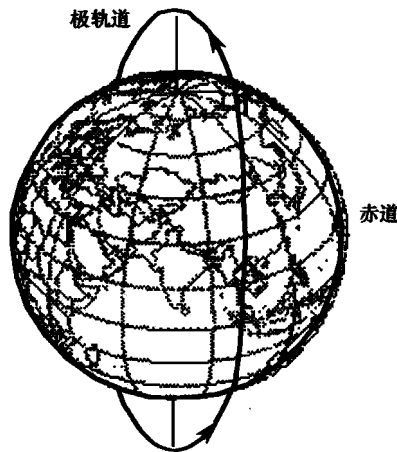


图 1-1 极轨道

3. 对地静止轨道

对地静止轨道中的卫星相对地球是静止的,其轨道高度约为 35800km,卫星运动方向与地球自转方向相同,绕地球一周的公转时间约为 24h,与地球自转一周的时间相同。地球上的地球站与卫星的相对位置如同静止一样,故称为对地静止轨道。

要使一条轨道成为对地静止,需要满足三个条件:

- (1) 卫星必须以与地球旋转相同的速度向东运动;
- (2) 轨道必须是圆形的;
- (3) 轨道的倾角必须为 $i = 0^\circ$ 。

对地静止轨道卫星具有以下优点:

(1) 对地球上任何点而言,卫星都是静止的,因此不需要地球站天线周期性的跟踪卫星运动。利用卫星在站心地平坐标系的方位角和俯仰角,地球站天线射束可以准确地瞄准卫星,这就大大地降低了建站所需的造价。

(2) 当地球站天线采用最小仰角 5° 时,静止卫星可以覆盖几乎 38% 的地球表面。当假定最小仰角为 5° 时,除去纬度高于 76°N 和 76°S 的极区外,彼此间隔为 120° 的三颗静止卫星,可以覆盖整个地球表面,而且某些表面有重叠,见图 1-2。

(3) 对于静止卫星覆盖范围内的所有地球站来说,由卫星在轨道中漂移而引起的多普勒频移较小。这是很多数字卫星通信系统所需要的。

正是基于以上的优点,对地静止轨道是应用最为广泛的轨道种类之一,大部分商用通信卫星使用静止轨道,如国际卫星通信组织建立的国际卫星通信系统 (INTERLSAT) 就是利用位于太平洋、印度洋和大西洋上空的三颗同步卫星构成,它们承担着全球通信网大约 80% 的国际通信业务和电视转播业务。

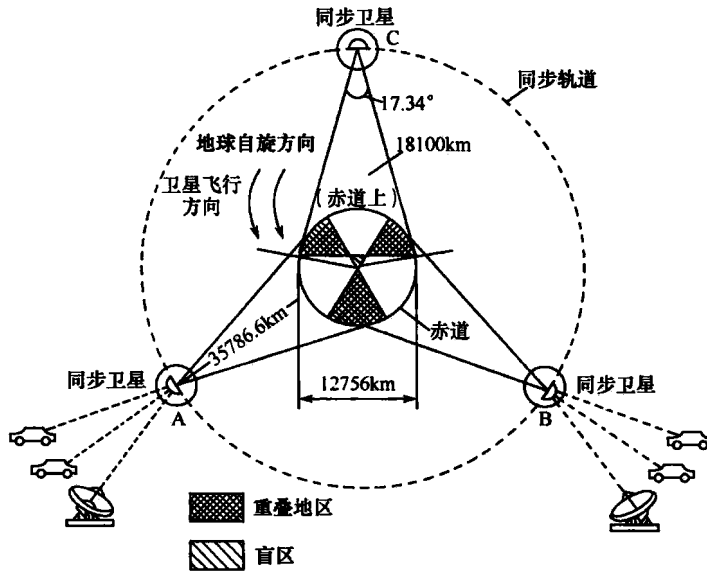


图 1-2 利用三颗对地静止卫星建立全球通信

4. 日蚀与日凌

如果地球赤道面与地球围绕太阳旋转的平面(“黄道面”)重合,对地静止卫星将每天遭遇一次地球的日蚀。赤道面相对黄道面倾斜 23.4° ,这使得卫星在一年中大部分的时间内能完全看到太阳,如图 1-3 所示。在春分点和秋分点前后,当太阳穿越赤道面时,在一段时间内卫星进入地球的阴影区,这段时间卫星处于日蚀状态。在日蚀期间,太阳能电池不能工作,卫星的工作电源必须要由蓄电池供给。

在二分点期间不可避免的另一个事件是处于地球和太阳之间的卫星的日凌现象,如图 1-3 所示,这时太阳处于地球站天线的波束内,当这种情况发生时,太阳就像一个极大的噪声源,完全淹没了卫星的信号,此种情况被称为日凌中断,它在二分点前后 6 天中每天持续较短的时间。日凌中断的发生和持续时间与地球站的纬度有关,一般情况下,最大中断时间约为 10min。

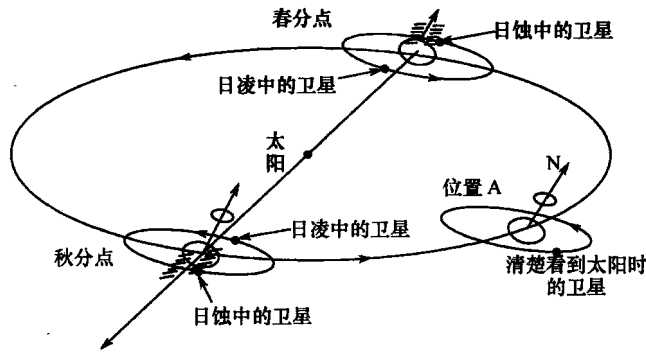


图 1-3 卫星在春分点和秋分点前后遭遇日蚀和日凌示意图

5. 地球同步轨道

由于静止轨道的零倾角很难保持,同时静止轨道上的位置资源有限,使得很多静止轨道高度的卫星轨道的倾角并不为零。这种轨道的周期仍然和地球自转周期相等,但卫星相对地面并不是静止的。轨道周期与地球自转周期相等的轨道称为地球同步轨道,显然,对地静止轨道是地球同步轨道的一个特例。

1.2.5 卫星通信系统的组成

1. 卫星通信系统的构成

卫星通信系统是由空间段(通信卫星),地面段(通信地球站),跟踪遥测及指令分系统和监控管理分系统这四大部分组成,如图 1-4 所示。其中,直接用来进行通信的包括通信卫星、地面段的关口站和用户段的地球站或通信终端设备,而跟踪遥测及指令和监控管理分系统负责保障卫星通信正常工作。

通信卫星主要是起无线中继站的作用,通过星上转发器(微波收、发信机)或交换机和天线来转发或交换地面、空中、海上固定站和移动站的信息。一个卫星的通信装置可以包括一个或多个转发器,每个转发器能同时接收和转发多个地球站或通信终端的信号,星上交换机能提供多通道间的信号交换。当每个转发器提供的功率和带宽一定时,转发器越多,卫星通信系统的容量越大。

通信地球站及终端设备可以是固定站及车、船、飞机等所用的便携台、手持台。

跟踪遥测及指令分系统是能够对卫星进行跟踪测量,并控制其准确进入卫星预定轨道的系统,在卫星正常运行后,承担定期对卫星进行轨道修正和位置姿态保持的任务。

监控管理分系统对定点轨道的卫星在通信业务开通前后进行通信性能的监测和控制,如对卫星转发器功率、卫星天线增益以及各地球站或通信终端发射的功率、载波频率和带宽等基本通信参数进行监控,以保证系统的正常通信,同时能够符合不同卫星通信系统间的协调要求。

关口站是卫星通信系统的核心,负责卫星通信网与公众电话网、Internet 等网络之间的连接,为固定地球站和通信终端用户提供语音、视频和数据的传输信道。对于卫星通信系统用户与其他公共网络信息业务的传送和接收,关口站主要完成数据的分组交换、接口协议转换、路由选择等。网络控制中心也可设在关口站,承担整个卫星通信网络的管理任务。