



现代电信网络技术

宽带卫星 通信技术

KUANDAI WEIXING
TONGXIN JISHU

潘申富 王赛宇 张静 蒋宝强 等编著



国防工业出版社

National Defense Industry Press

宽带卫星通信技术

潘申富 王赛宇 张 静 编著
蒋宝强 谷聚娟 王立功

国防工业出版社

·北京·

内 容 简 介

本书首先介绍了卫星通信的基础知识、宽带卫星通信定义和技术特点、宽带卫星网络结构以及宽带多波束通信卫星载荷,然后在此基础上结合宽带卫星通信技术的最新发展和典型系统构架,重点对宽带多媒体业务接入、高效传输、链路优化设计、系统能力评估等关键技术问题进行详细的阐述。本书在突出宽带卫星通信特点的基础上,兼顾内容的基础性和完整性,具有较高的实际应用参考价值。

本书可以作为从事卫星通信专业的工程技术人员、科技工作者和相关专业高校师生的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

宽带卫星通信技术/潘申富等编著. —北京:国防工业出版社,2015. 12

ISBN 978-7-118-10541-4

I. ①宽... II. ①潘... III. ①卫星通信-通信技术 IV. ①TN927

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 304726 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 21 字数 522 千字

2015 年 12 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—2500 册 定价 99.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)88540777

发行邮购:(010)88540776

发行传真:(010)88540755

发行业务:(010)88540717

前 言

我国幅员辽阔,虽然已建成了八纵八横的光纤通信骨干网,但很多行业还需要宽带卫星通信网络的支持;加之我国各行各业都处于高速发展时期,在信息需求方面都将步入井喷时期;在气象、地震预报等公益性领域,也需要广泛的信息采集和数据传输应用,这些都为我国宽带卫星通信的发展带来契机。随着我国信息化进程的飞速发展,大力推动宽带卫星通信技术的发展,构建自主可控的星地一体宽带卫星通信网络具有迫切的现实意义。

本书共7章,其中第1章由潘申富编写,第2章由蒋宝强和张静编写,第3章由王赛宇编写,第4章由谷聚娟编写,第5章由王赛宇、潘申富和王立功编写,第6章由张静编写,第7章由潘申富和王立功编写。

第1章首先介绍了卫星通信的定义、系统分类、卫星通信业务与频率分配,以及卫星通信系统的基本组成,然后对宽带卫星通信的技术特点、业务应用及产业现状进行了分析,最后还介绍了卫星光通信的相关知识。第2章系统地介绍了宽带卫星通信网络的基本构架、拓扑结构、多址接入、网络运行管理、移动性管理、安全防护以及运营管理等内容。第3章首先讲述了卫星平台、卫星轨道以及星地、星间链路的基本知识,然后重点对宽带多波束卫星载荷的基本原理和应用方式进行了阐述,最后还介绍了国外在轨的典型宽带通信卫星载荷。第4章首先介绍了宽带多媒体业务的概念和特点,然后对业务接入体系结构、相关层数据处理、IP寻址、IP协议增强、服务质量保证等与宽带卫星网络业务接入相关的核心技术问题进行了深入的剖析。第5章重点探讨宽带卫星网络高效传输问题,结合宽带卫星通信技术的最新进展,对高效编码、高阶调制、联合编码调制、自适应传输、共频谱传输等影响系统带宽效率的关键技术问题进行了深入研究,并给出了相关的理论分析和仿真结果。第6章首先对主流宽带卫星通信标准及其演进历程进行了介绍,然后对国外典型的宽带卫星通信系统进行了系统的描述,最后对宽带卫星通信技术和产业的发展进行了总结和展望。第7章首先介绍了卫星通信链路预算的基础知识,然后在此基础上结合多波束宽带卫星通信系统的特点,建立了链路传播可用度和链路保证传输能力之间的关联模型,提出了ACM模式下宽带卫星通信系统平均传输能力的评估算法,给出了卫星转发器参数优化配置的方法和计算示例,最后还给出了ACM模式下系统接入控制策略和返向载波规划算法。

在本书编写过程中,作者参考了很多国内外著作和文献,在此对这些参考文献的作者表示感谢!

由于作者水平有限,书中难免存在疏漏和错误,敬请读者批评指正!

作者
2015年8月

目 录

第1章 概述	1
1.1 卫星通信基础知识	1
1.1.1 卫星通信的定义	1
1.1.2 卫星通信的分类	2
1.1.3 卫星通信的特点	3
1.1.4 卫星通信业务与频率分配	5
1.1.5 卫星通信系统的组成	7
1.2 宽带卫星通信定义及技术特点	10
1.2.1 宽带定义	10
1.2.2 宽带卫星通信定义	11
1.2.3 宽带卫星通信发展历程	11
1.2.4 宽带卫星通信技术特点	12
1.3 宽带卫星通信业务及产业发展	13
1.3.1 宽带卫星业务及应用	13
1.3.2 Ka 宽带卫星通信产业发展	16
1.4 卫星光通信	18
1.4.1 概念及原理	18
1.4.2 技术特点	19
1.4.3 国内外研究及应用现状	19
参考文献	21
第2章 宽带卫星通信网络	22
2.1 宽带卫星通信网络架构	22
2.1.1 宽带卫星通信网组成	22
2.1.2 应用分类	23
2.1.3 网络拓扑结构	23
2.2 应用服务	27
2.2.1 业务信源	27
2.2.2 互联协议	28
2.2.3 宽带卫星网协议	35
2.2.4 接入控制	37
2.3 多址接入	40
2.3.1 频分多址	41

2.3.2	时分多址	42
2.3.3	码分多址	44
2.3.4	空分多址	45
2.3.5	时分多路复用	46
2.4	网络运行管理	47
2.4.1	运行管理控制	47
2.4.2	网络管理控制	51
2.5	移动性管理	53
2.6	安全防护	55
2.6.1	宽带卫星通信系统面临的威胁	55
2.6.2	安全防护措施	55
2.6.3	安全策略简介	56
2.7	运营管理	56
2.7.1	运营模式	56
2.7.2	运营支撑系统	58
	参考文献	61
第3章	宽带通信卫星与有效载荷	62
3.1	卫星平台	62
3.1.1	组成	62
3.1.2	结构子系统	62
3.1.3	电源子系统	63
3.1.4	热控制子系统	63
3.1.5	推进子系统	64
3.1.6	遥测、跟踪与指令子系统	64
3.2	轨道	65
3.2.1	轨道分类	65
3.2.2	轨道的摄动	66
3.2.3	星蚀和日凌中断	68
3.2.4	静止卫星的轨道保持	69
3.2.5	轨道对通信性能的影响	71
3.2.6	服务区扩展	72
3.3	工作频段	73
3.3.1	用户链路	73
3.3.2	馈电链路	74
3.3.3	星间链路	74
3.4	有效载荷	76
3.4.1	天线系统	76
3.4.2	透明转发器系统	78
3.4.3	处理转发器系统	82

3.5	宽带多波束有效载荷	87
3.5.1	应用需求	87
3.5.2	载荷特点	88
3.5.3	波束覆盖	88
3.5.4	应用方式	89
3.5.5	系统链路设计	90
3.5.6	典型的宽带多波束有效载荷	92
3.5.7	发展趋势	99
	参考文献	99
第4章	宽带多媒体业务接入	100
4.1	宽带多媒体业务	100
4.1.1	定义及典型业务	100
4.1.2	业务特点	101
4.2	业务接入体系架构	101
4.3	卫星相关层数据处理	104
4.3.1	前向链路	104
4.3.2	反向链路	106
4.4	IP 寻址	109
4.4.1	IP 地址分配	109
4.4.2	数据链路层寻址	110
4.5	IP 协议增强技术	111
4.5.1	TCP 加速技术	111
4.5.2	IP 压缩	120
4.5.3	性能增强代理(PEP)配置	125
4.6	服务质量保证技术	126
4.6.1	QoS 需求	126
4.6.2	多级带宽管理机制	127
4.6.3	QoS 体系架构	128
4.6.4	卫星终端 QoS 功能	131
	参考文献	134
第5章	宽带卫星通信高效传输技术	135
5.1	信号传输模型	135
5.1.1	连续信号传输模型	135
5.1.2	突发信号传输模型	137
5.2	信道纠错编译码	137
5.2.1	信道纠错编译码的发展历史	137
5.2.2	卷积码	139
5.2.3	RS 码	142
5.2.4	Turbo 码	148

5.2.5	LDPC 码	152
5.3	载波调制	162
5.3.1	二进制移相键控(2PSK 或 BPSK)	162
5.3.2	四相移相键控(QPSK)	166
5.3.3	偏移四相键控(OQPSK)	168
5.3.4	M 进制移相键控(MPSK)	168
5.3.5	正交幅度调制(QAM)	171
5.4	M 进制幅度相位调制(MAPSK)	173
5.4.1	MAPSK 信号的产生	173
5.4.2	APSK 信号的解调	175
5.5	基带信号解调	175
5.5.1	定时恢复	175
5.5.2	载波恢复	182
5.5.3	解调信号的软信息提取	189
5.6	联合编码调制	190
5.6.1	比特交织编码调制	191
5.6.2	多层编码调制	196
5.7	自适应传输技术	199
5.7.1	信道状态估计	200
5.7.2	上行功率控制	203
5.7.3	自适应载波速率调整	206
5.7.4	自适应编码调制技术	207
5.8	共频谱传输技术	211
5.8.1	应用模式与技术特点	211
5.8.2	干扰消除及性能分析	214
5.8.3	TDM/TDMA 星状组网共频带传输性能	222
5.8.4	PCMA 点对点共频带传输性能	224
5.8.5	典型系统带宽效率比较	225
	参考文献	234
第 6 章	宽带卫星通信标准及典型系统	237
6.1	主流宽带卫星通信标准及其演进	237
6.1.1	DVB 系列宽带卫星交互多媒体式标准	237
6.1.2	IPoS	245
6.1.3	RSM - A	247
6.2	典型系统介绍	252
6.2.1	SkyEdgeII	252
6.2.2	SurfBeam	254
6.2.3	Spaceway3	257
6.2.4	Romantics UHP	259

6.3 宽带卫星通信市场发展	262
参考文献	263
第7章 宽带卫星通信系统链路设计	264
7.1 卫星通信链路预算	264
7.1.1 卫星通信链路的基本组成	264
7.1.2 传输链路的基本概念	265
7.1.3 噪声温度	270
7.1.4 地球站主要特性	273
7.1.5 卫星转发器主要特性	278
7.1.6 空间传播主要特性	280
7.1.7 透明转发器链路预算	286
7.1.8 再生处理转发器链路预算	291
7.1.9 多波束链路预算	293
7.2 Ka 宽带卫星通信链路传输能力评估与优化设计	296
7.2.1 链路传播可用度与传输能力的关系	296
7.2.2 前向链路传输能力评估与优化设计	300
7.2.3 反向链路传输能力评估与优化设计	315
参考文献	326

第 1 章 概 述

本章首先介绍卫星通信的定义、系统分类、卫星通信业务与频率分配,以及卫星通信系统的基本组成^[1],然后对宽带卫星通信的技术特点、业务应用及产业现状进行分析,最后介绍卫星光通信的相关知识。

1.1 卫星通信基础知识

1.1.1 卫星通信的定义

微波具有与光波相似的视距传输特性,也就是说两个通信站之间不能有遮挡。由于地球的曲率影响,地球上两个微波通信站之间通信距离大约 50km,因此要实现更远的通信距离,就必须用多个微波通信站来中继。中继站的功能主要是转发信号,通过一站一站地接力,实现超视距或远距离通信,这种通信方式叫地面微波中继通信。卫星通信可以理解为一种特殊的微波中继通信,它利用外层空间的通信卫星作为中继站。两种通信方式的示意图如图 1.1 所示。

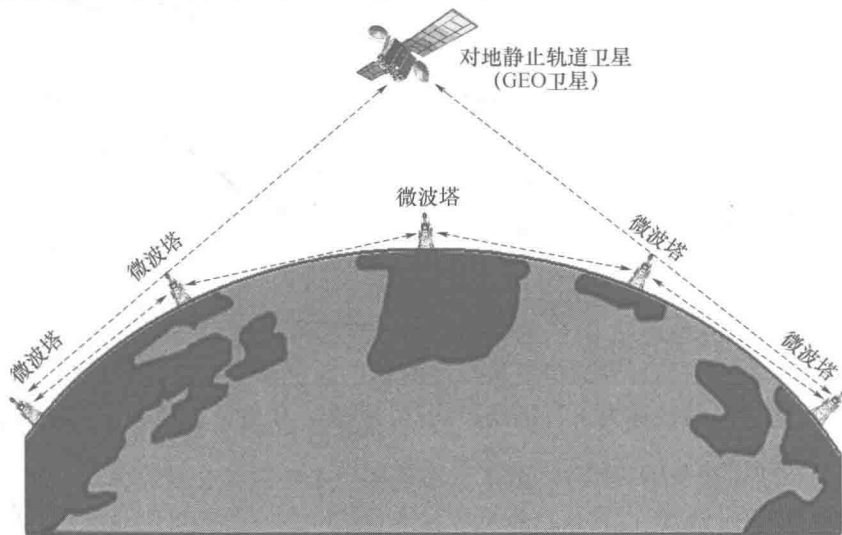


图 1.1 卫星通信与地面微波中继通信示意图

对卫星通信来说,由于作为中继站的卫星处于外层空间,从通信的分类上应当属于宇宙无线电通信的范畴,宇宙无线电通信是指以宇宙运动体为对象的无线电通信,简称为宇宙通信或空间通信。宇宙通信一般有四种形式:

- (1) 空间站之间的通信;
- (2) 地球站与空间站之间的通信;
- (3) 航天器与地球站之间利用空间站转发的通信;

(4) 通过空间站的转发来进行的地球站之间的通信。

空间站是指设在地球大气层之外的宇宙运动体(如人造通信卫星,航天器等)或其他天体(如月球、行星等)上的通信站;地球站是指设置在地球表面(包括海洋上、地面上和大气层中)用以进行空间通信的设施。通常把第三、四种通信形式归为卫星通信,所以卫星通信是宇宙通信的形式之一。随着空间技术及通信技术的发展,卫星通信、宇宙通信、深空通信(地球站与外太空通信站之间的通信,一般通信距离在 30 万 km 以上)等之间的界限越来越模糊了,很多地方甚至把第一种和第二种通信形式,以及深空通信也认为是卫星通信,比如说星间链路、卫星中继链路等。

本书主要讨论利用通信卫星来转发无线电波,在两个或多个地球站之间所进行的宽带通信,但其中很多技术同样适用于其他三种通信方式。图 1.2 为一个简单的卫星通信系统示意图。

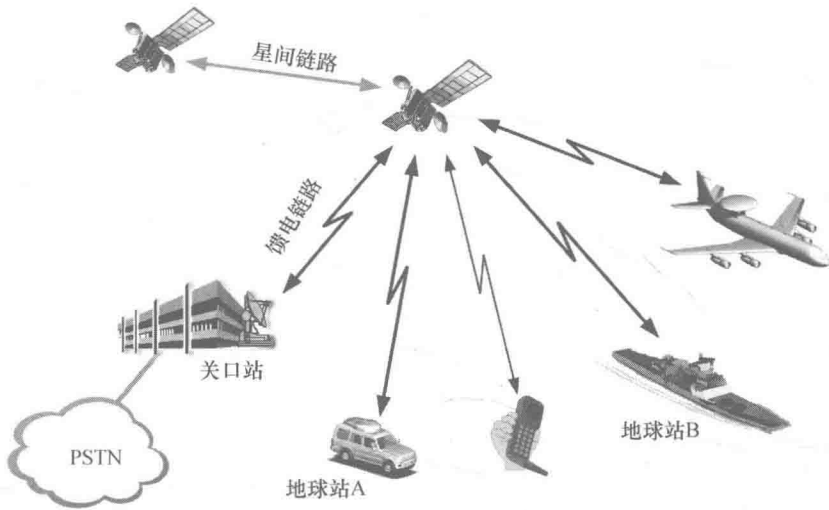


图 1.2 卫星通信系统示意图

地球站 A 通过定向天线向通信卫星发射的无线电信号,经卫星转发器接收、变频和放大后,再由卫星天线转发到地球站 B,当地球站 B 接收到信号后,就完成了从 A 站到 B 站的信息传递过程。从地球站发射信号到通信卫星经过的通信路径称上行链路,从通信卫星发射信号到地球站所经过的通信路径称为下行链路。同样,地球站 B 也可以通过卫星转发器向地球站 A 发射信号来传递信息。

1.1.2 卫星通信的分类

卫星通信系统的分类方法很多,一般可以按照卫星的运动状态、系统的覆盖范围、卫星转发能力、卫星转发器的处理能力、多址方式、卫星通信所用频段以及通信业务种类的不同来区分,典型的分类方法如图 1.3 所示。

按照通信卫星的轨道和相对于地球的运动状态,可以分为静止轨道卫星通信系统和非静止轨道卫星通信系统。非静止轨道卫星通信系统又可分为低轨卫星通信系统、中轨卫星通信系统以及高轨卫星通信系统等。

按照系统的覆盖范围,可以分为全球卫星通信系统、区域卫星通信系统和国内卫星通信系统。

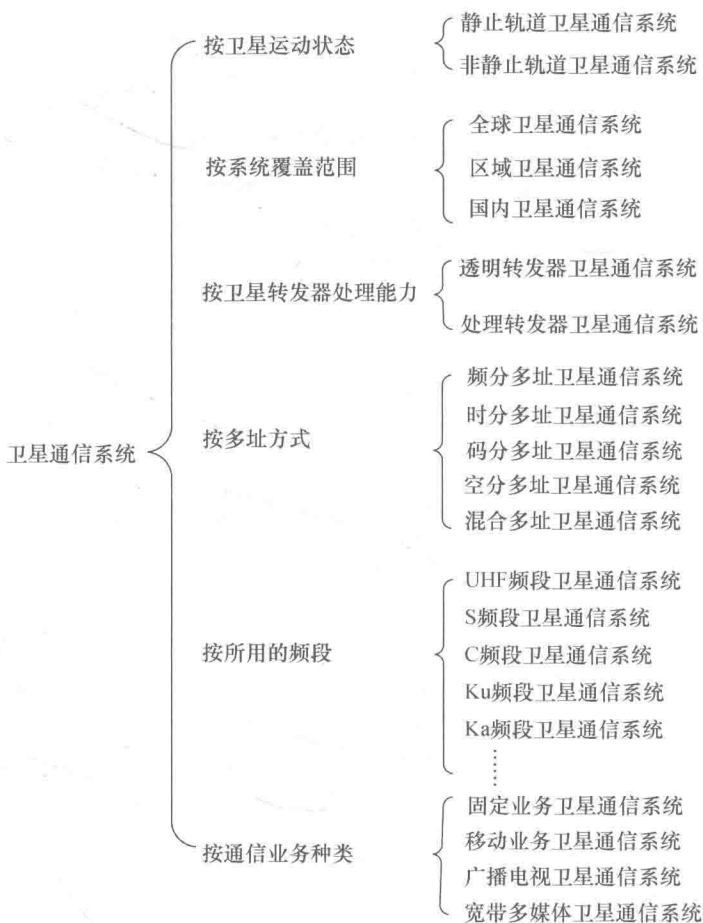


图 1.3 卫星通信系统的分类

按照通信卫星对信号的处理情况,还可以将卫星通信系统分为两大类:一是基于透明转发器的卫星通信系统,卫星只对接收信号进行简单的变频和放大处理,卫星转发器可以适应不同类型、不同体制的卫星通信系统;二是基于星上处理的卫星通信系统,卫星需要对接收信号进行解调再生、交换等复杂的处理,卫星转发器和地面系统进行一体化设计,卫星转发器一般只能处理特定体制的通信信号,不具备通用性。

按照多址方式,可以划分为频分多址卫星通信系统、时分多址卫星通信系统、码分多址卫星通信系统、空分多址卫星通信系统和混合多址卫星通信系统。

按照通信系统使用的频段,可以划分为 UHF 频段卫星通信系统、S 频段卫星通信系统、C 频段卫星通信系统、Ku 频段卫星通信系统、Ka 频段卫星通信系统、激光卫星通信系统。

按照通信业务种类和用途,可以分为固定业务卫星通信系统、移动业务卫星通信系统、广播业务卫星通信系统、宽带多媒体卫星通信系统等。

1.1.3 卫星通信的特点

卫星通信与微波中继通信及其他通信方式相比具有以下主要特点:

1) 卫星通信覆盖区域大,通信距离远

对于同步轨道上的卫星,距地面的轨道高度约为 36000km,只需一个卫星就能完成 1 万多

千米的远距离通信,至少相当于 200 多个微波中继站的通信线路。卫星视区(从卫星看到的地球区域)大,每一颗卫星可覆盖全球表面的 42.4%,用三颗卫星就可以覆盖全球。如图 1.4 所示,由卫星向地球引两条切线,切线间夹角约为 17.4° ,由此可见,按通信的实际需要,适当配置三颗静止卫星,就能建立(除纬度 76° 以上地区)全球通信体系。

我国地域辽阔,东西南北跨度均超过 5000km,地形复杂,以山区、高原、丘陵为主,人口众多,且主要人口在农村,东西部经济发展不平衡,地面其他通信方式虽然人口覆盖率较高,但地域覆盖率很低,尤其在边区、老区、少数民族地区、周边海区等地的覆盖率更低。因此卫星通信方式特别适合我国国情。

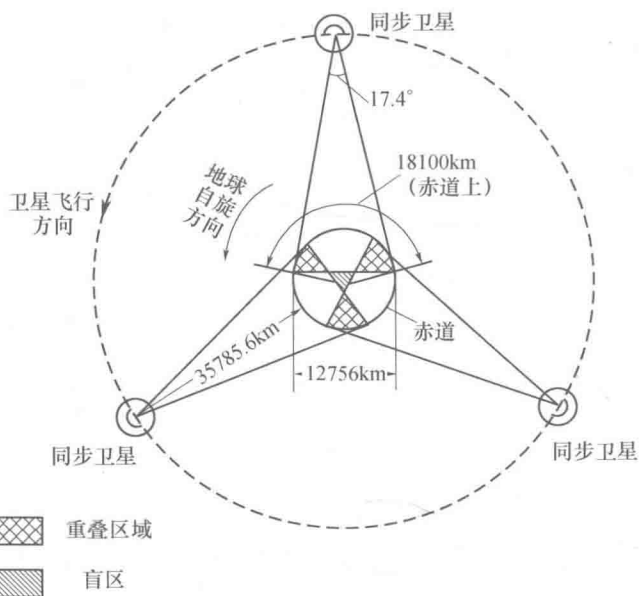


图 1.4 同步轨道卫星覆盖示意图

2) 卫星通信具有多址联接特性

在地面微波中继通信中,中继站的服务区是一条线,只有在这条线上的两个终端站和某些中间分站能够使用它来进行通信。而在卫星通信中,卫星所覆盖的区域内,所有地球站都能利用这颗卫星进行相互间的通信。这种同时实现多方向多个地球站之间的相互联系特性即为多址联接特性。

3) 卫星通信机动灵活

卫星通信的建立不受地理条件的限制,无论是现代化的大城市,还是边远落后的山区、岛屿;无论是飞机、汽车、舰船,甚至个人,只要需要,都可以随时利用卫星通信,且建站迅速、组网灵活。

4) 卫星通信频带宽,通信容量大

卫星通信采用微波频段,且一颗卫星上可设置多个转发器,故通信容量大,以前卫星通信的常用频段是 C 频段和 Ku 频段,可用带宽为 500MHz,近年来正在向 Ka 频段甚至 $40 \sim 60\text{GHz}$ 高频段发展,Ka 频段的可用带宽达 2GHz,再加上多点波束频率复用及极化复用,系统的实际可用带宽达几十吉赫。

5) 卫星通信线路稳定、质量好

卫星通信的电波主要在大气层以外的自由空间传播,电波在自由空间传播十分稳定,因此

卫星通信受气候和气象变化的影响比较小,而且通常只经过卫星一次转送,噪声影响小,通信质量好。

6) 卫星通信的成本与距离无关

在地面微波中继等通信中,一般通信距离越大,成本越高。而在卫星通信中,通信线路的造价不随通信距离增加而增加,特别适合于远距离的通信,这也是其他通信方式所不能比拟的。

上面介绍了卫星通信的主要优点。但它也存在一些缺点和有待解决的问题。

1) 卫星通信需要高可靠、长寿命的通信卫星

实现卫星通信必须有高可靠、长寿命的通信卫星,由于一个通信卫星内要装几万个电子元件和机械零件,为了提高通信卫星的可靠性和寿命,必须选用宇航级的元器件,并做大量的寿命和可靠性试验。目前低轨通信卫星的寿命一般在5年左右,同步通信卫星的寿命一般在15年左右。

2) 卫星通信要求地球站和卫星有大功率发射机、高灵敏度接收机和高增益天线

由于地球站与卫星相距遥远,传输损耗比较大,到达地面或到达卫星的信号都非常弱。为了适应这个特点,在地球站及卫星上都必须配置高增益天线、大功率发射机、高灵敏度接收机。

3) 卫星通信有较大的信号延迟和回声干扰

无线电波在自由空间的传播速度等于光速,即30万km/s,当利用静止卫星通信时,信号从地球站发射经过卫星转发到另一地球站,单程就达80000km;双向通信时,往返约160000km,这时电波传播需要约0.5s的时间,因此,信号有较大的时间延迟。在终端二、四线转换处,如平衡网络不平衡,对发话人就形成了回声干扰,即发话人过0.5s左右后会听到自己的讲话,会有很不自然的感觉,但对低轨卫星则基本没有这一问题。

4) 两极地区为通信盲区,高纬度地区通信效果不佳

如图1.4所示,虽然在静止轨道上均匀配置三颗卫星几乎就可以覆盖全球,但在南北两极地区还是存在一定的盲区,而且在高纬度地区由于通信仰角比较低,会对通信效果造成一定的影响。利用极轨卫星、倾斜轨道或椭圆轨道卫星可以有效解决高纬度地区及两极地区的通信问题,但带来的问题是地球站天线跟踪系统复杂、有效通信时间比较短。

1.1.4 卫星通信业务与频率分配

1.1.4.1 卫星通信业务

国际电信联盟(ITU)定义了三种卫星通信业务类型:

1) 固定卫星业务

固定卫星业务(FSS)是利用卫星给处于固定位置的地球站之间提供的无线电通信业务,该固定位置可以是一个指定的固定地点或指定区域内的任何一个固定地点;在某些情况下,这种业务也可包括星间链路和其他空间无线电通信业务的馈电链路。

2) 移动卫星业务

移动卫星业务(MSS)是指舰船、飞机、车辆等移动载体利用卫星进行的无线电通信业务,包括舰船之间、飞机之间、车辆之间以及它们与固定站、空间站之间的通信。这种业务也包括其运营所必需的馈电链路。

3) 广播卫星业务

广播卫星业务(BSS)是指利用卫星发送或转发信号,供公众(包括个体和集体)直接接收

的无线电广播业务。

1.1.4.2 卫星通信频段划分

ITU 给出的频段表示方法见表 1.1,卫星通信常用的频段划分方法见表 1.2。

表 1.1 ITU 给出的频段表示方法

频段	频率范围	波长表示
VLF 频段	3 ~ 30kHz	万米波
LF 频段	30 ~ 300kHz	千米波
MF 频段	300 ~ 3000kHz	百米波
HF 频段	3 ~ 30MHz	十米波
VHF 频段	30 ~ 300MHz	米波
UHF 频段	0.3 ~ 3GHz	分米波
SHF 频段	3 ~ 30GHz	厘米波
EHF 频段	30 ~ 300GHz	毫米波
THF 频段	300 ~ 3000GHz	亚毫米波或丝米波

表 1.2 卫星通信常用频段划分

频段	频率范围	用途
L 频段	1 ~ 2GHz	用于 MSS, GEO 卫星测控
S 频段	2 ~ 4GHz	MSS, GEO 卫星测控
C 频段	4 ~ 7GHz	FSS, MSS 的馈电链路
X 频段	7 ~ 10GHz	军事
Ku 频段	10 ~ 18GHz	FSS, BSS
Ka 频段	20 ~ 40GHz	FSS
V 频段	40 ~ 75GHz	星间链路

1.1.4.3 卫星通信频率分配

由于卫星通信的覆盖范围大,电波传播的范围大,为防止卫星通信系统与地面其他通信系统之间或各卫星通信系统之间出现电波相互干扰,必须对卫星通信工作频段进行分配,否则直接影响卫星通信系统的通信容量、质量、可靠性、设备复杂程度和成本,也影响到与其他通信系统的协调。国际上卫星业务的频率分配是在 ITU 的管理下进行的,ITU 将整个地球划分为三个区域:

区域 1:包括欧洲、非洲、苏联和蒙古;

区域 2:包括南北美洲和格陵兰岛;

区域 3:包括亚洲(除区域 1 中的地区之外)、澳大利亚和西南太平洋。

在这些区域内,频带被分配给各种卫星业务,但同一种给定的业务在不同的区域可能使用不同的频段。

1) 用于固定卫星业务(FSS)的主要频段

ITU 分配给固定卫星业务的主要频段如表 1.3 所示。

表 1.3 固定卫星业务的主要频段

下行频率	上行频率
3700 ~ 4200MHz	5925 ~ 6425MHz
3625 ~ 4200MHz	5850 ~ 6425MHz
3400 ~ 4200MHz	5850 ~ 6650MHz
7.25 ~ 7.75GHz	7.9 ~ 8.4GHz
12.5 ~ 12.75GHz(区域1)	14 ~ 14.5GHz(一区)
11.7 ~ 11.95GHz(区域2)	14 ~ 14.5GHz(二区)
12.25 ~ 12.75GHz(区域3)	14 ~ 14.5GHz(三区)
17.7 ~ 21.2GHz	27.5 ~ 31GHz

2) 用于移动卫星业务的主要频段

ITU 分配给移动卫星业务卫星和用户(用户链路或馈电路)间通信的频率如下:

用于数据传输的非静止轨道卫星移动通信系统,允许使用在 150 ~ 400MHz 附近的 VHF 和 UHF 频段。其他非静止轨道卫星移动通信系统,可以使用 L 和 S 波段,频率范围在 1610 ~ 1626.5MHz 和 2483.5 ~ 2500MHz。静止轨道的移动卫星通信系统可以使用 L 频段(1525 ~ 1559MHz 和 1626.5 ~ 1660.5MHz)和 S 频段(1980 ~ 2010MHz 和 2170 ~ 2200MHz)。

3) 用于广播卫星业务的主要频段

ITU 分配给三区的卫星广播业务的频段是 Ku(上行 17.3 ~ 17.8GHz,下行 11.7 ~ 12.2GHz)和 Ka 频段。而使用卫星进行点对点的节目传输,把节目传送给地面广播电视台或有线广播电视台转播则是利用固定卫星业务,使用通信频段中的 C 频段和 Ku 频段(上行为 14.0 ~ 14.5GHz,下行为 12.25 ~ 12.75GHz)。

4) 用于宽带卫星业务的主要频段

为传输视频业务和高速互联网业务,卫星系统必须具有高达几兆甚至上百兆比特每秒数量级的传输能力,这就要求系统具有很宽的频带,在 10GHz 以下已没有可用频带,因此,多媒体宽带卫星通信大多会采用 11GHz/14GHz(Ku 频段),20GHz/30GHz(Ka 频段),或甚至于 40GHz/50GHz(U 或 V 频段)。频率 4 ~ 7GHz,15GHz 和 20 ~ 30GHz,可用于卫星与固定地球站之间的馈电路通信,星间链路的工作频率为 23GHz,60GHz 或光波频率。

1.1.5 卫星通信系统的组成

1.1.5.1 系统组成

卫星通信系统的基本组成如图 1.5 所示。通信卫星和各种卫星通信地球站是卫星通信系统中的重要组成部分,是实现卫星通信网络中各节点之间信息传输的两个重要环节。

为了保证系统的正常运行,卫星通信系统还必须配置跟踪遥测指令系统和监测管理系统。监测管理系统的任务是在业务开通前对通信卫星和地球站进行各项通信参数的测定;业务开通后,对卫星和地球站的各项通信参数进行监视和管理。卫星跟踪遥测指令系统的任务是对卫星进行准确和可靠的跟踪测量,控制卫星准确进入定点位置;卫星正常运行后,还要对它进行轨道修正、位置保持和姿态保持等控制。

由于监测管理系统和卫星跟踪遥测指令系统并不关心具体的通信业务,因此习惯上我们将由各类地球站和通信卫星组成的通信网络称为卫星通信系统,具体站型可以包括固定站、船载站、车载站、机载站、便携站等。

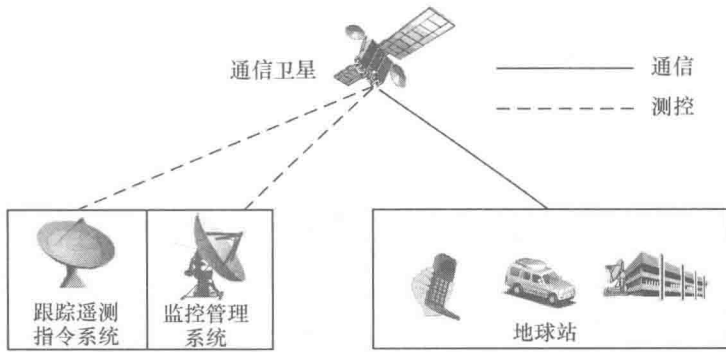


图 1.5 卫星通信系统的基本组成

1.1.5.2 通信卫星

通信卫星实现信号的转发,接收地球站发射的信号,通过处理后(如变频、放大、交换等)再转发到地球站。通信卫星通常可划分为有效载荷和卫星平台两大部分。有效载荷是执行通信任务的分系统,主要包括天线和转发器;卫星平台则是由保障系统组成的可支持一种或几种有效载荷的组合物。第 3 章将对通信卫星进行介绍。

1.1.5.3 空间传播链路

地球站发射的信号通过上行传播链路达到卫星;卫星转发的信号通过下行传播链路到达地球站。信号通过空间链路传播时,不但会出现与传播距离相关的衰减(自由空间传播损耗),而且会受到降雨、降雪、云、雾以及大气吸收等因素的影响,导致传输性能的恶化。第 7 章将对空间传播链路进行详细介绍。

1.1.5.4 卫星通信地球站

典型的地球站主要由天线及伺服跟踪分系统、射频分系统、调制解调分系统、业务接入分系统、管理控制分系统和供配电分系统组成,如图 1.6 所示。

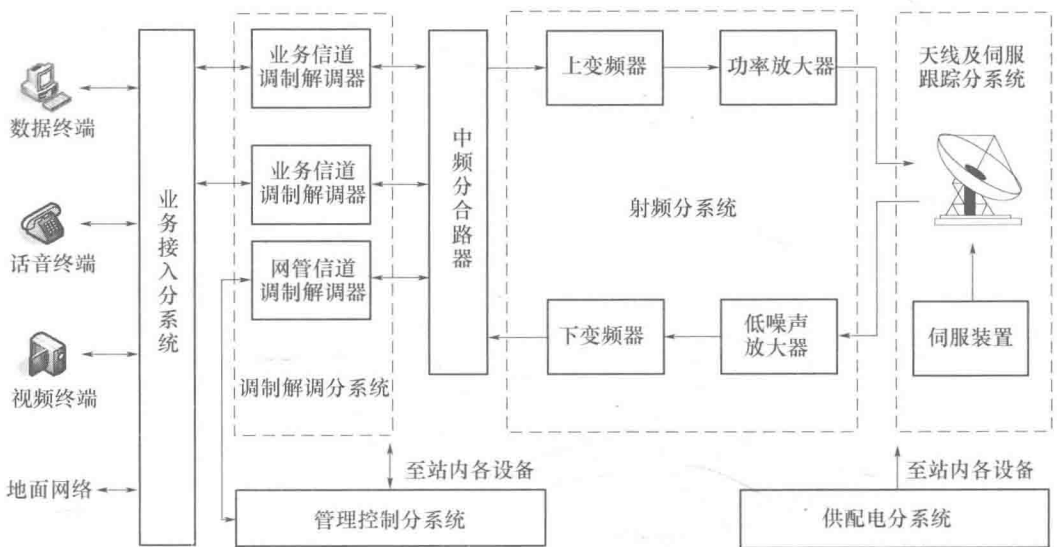


图 1.6 地球站组成框图