

21世纪
高职高专规划教材系列



卫星通信技术

丁龙刚 马虹 编著



增值回报
电子教案



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



21 世纪高职高专规划教材系列

卫星通信技术

丁龙刚 马虹 编著



机械工业出版社

本书以工程实践为背景,系统讲述了卫星通信技术的基本内容。全书共分8章,全面介绍了卫星通信的基本知识、卫星通信系统的组成与体制、卫星通信的关键技术、卫星通信网络、VSAT卫星通信网、典型卫星设备简介、卫星地球站入网测试和验收、卫星通信技术的发展等内容。另外,本书还充实了卫星通信多媒体应用、个人卫星通信系统等相关方面的最新研究成果。

本书内容丰富,资料详实,语言通俗易懂,工程实践性强,书中配有大量插图,能够帮助读者形象直观地理解重点和难点。为了便于教学,每章附有小结和习题及实训建议。

本书适合高职高专院校通信类专业高年级学生使用,对从事卫星通信工程技术和管理的人员也具有一定参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

卫星通信技术/丁龙刚,马虹编著. —北京:机械工业出版社,2006.5

(21世纪高职高专规划教材系列)

ISBN 7-111-18853-5

I. 卫... II. ①丁...②马... III. 卫星通信-高等学校:技术学校-教材 IV. TN927

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第030782号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划:胡毓坚 责任编辑:陈振虹 版式设计:冉晓华

责任校对:李秋荣 责任印制:杨曦

北京机工印刷厂印刷

2006年6月第1版第1次印刷

184mm×260mm·11.25印张·275千字

0 001—4 000册

定价:19.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010)68326294

编辑热线电话(010)88379739

封面无防伪标均为盗版

21 世纪高职高专 通信类专业规划教材编委会

主 任 周祥瑜
副 主 任 伍湘彬 张中洲 杨元挺 张黎明
安志鹏 俞 宁 董维佳 任德齐
委 员 (按姓氏笔画排序)
丁龙刚 冯国莉 余 周 杜志勇 张红兵
易 谷 周雪利 彭利标 陈立万 梁德厚
秘 书 长 胡毓坚
副 秘 书 长 陈 良

出版说明

为了贯彻国务院发〔2002〕16号文件《国务院关于大力推进职业教育改革与发展的决定》的精神，进一步落实《中华人民共和国职业教育法》和《中华人民共和国劳动法》，实施科教兴国战略，大力推进高等职业教育改革与发展，我们组织力量，对实现高等职业教育培养目标和保证基本教学规格的文化基础课程、专业技术基础课程和重点建设专业主干课程的教材进行了规划和编写。

本套教材内容涵盖了高职高专院校计算机类、电子信息类、通信类、自动化类、市场营销类的专业基础课、专业课以及选修课。其中，通信类专业规划教材由“21世纪高职高专通信类专业规划教材编委会”组织编写。该套教材从实际应用的角度出发，结合工程实际需要，为高职高专通信类专业的学生提供了学习通信技术基础和现代通信技术的教科书。

通信类专业规划教材的指导思想及编写原则如下：

1. 课程整合，精简课程

在充分调研IT行业对通信专业学生能力结构具体要求的基础上，根据高职高专培养高新技术人才的定位，以社会实际需要为目标，加强基本知识、基础理论和基本技能的教学。同时，考虑理论对实践的指导性，以“必须够用”为原则，将通信类专业课程进行全面整合，精简课程，强调知识技能的直接应用。

2. 教材内容统一规划

规划教材从通信技术必须具备的基本知识和应掌握的基本技能出发，合理安排每一门课程的知识、技能点。将从程控交换到基站建设、光纤通信、终端设备等专业技术，恰当衔接，避免不必要的课程重复。技术基础课突出“新”的教学法——一体化教学模块（单元）；专业基础与专业技能课突出“新”的知识、“新”的技术，力求与行业需要相适应。

3. 结合行业资格证书

课程设置、教材编写与通信行业紧密结合。参照通信行业职业资格证书的要求，结合专业应用，用深入浅出的物理概念来替代那些难理解的理论推导。

4. 注重实训环节

注重理论与技能技术的有机结合，注重实训环节，将技能培训贯穿于整套教材。将电子基础理论与通信专业技术紧密结合，让学生在理论指导下进行技术实践，学好专业技术。

5. 编写模式合理先进

教材具体编写模式借鉴国外职教先进经验，技术基础课以能力模块（单元）来设计，每一模块（单元）设教学目标、正文、应知测试、应会测试等环节，强调案例分析，并加强实训实验环节的考核，体现以能力为本位，以学生为中心的职教理念。

通信类专业规划教材以技能培养为主，技能的设定由各主编结合企业要求组织讨论决定。技术基础课程的教材分单元展开，专业基础课程及专业技能课程的教材突出先进实用技术，强化技能训练和可操作性，同时注意设备、实训环境的大众化。

本套教材可作为各类高职高专院校的教材，也可作为各类培训班的教材。

机械工业出版社

前 言

随着通信技术的发展,通信产业已成为一个国家的重要经济支柱之一。而卫星通信是近几十年来发展起来的一种新型通信技术,它是现代通信技术的主要方式之一,卫星通信在军事和航天科技上有着不可替代的地位,随着计算机和微电子技术的广泛应用,使得卫星通信技术更加趋于完善。总之,卫星通信技术将向着大容量、低轨道、可移动、智能化、数字化等方向快速发展。

20世纪70年代以来,卫星通信逐步在我国得到运用。世界各国也相继建成本国的卫星通信网络。卫星通信经过30多年的应用与发展,目前已有数百颗卫星、数千个转发器在轨运行。90%以上的国际通信业务和电视转播业务由卫星通信承担。当前,以VSAT网络为代表的卫星数据通信正受到广泛认可,以“铱”星系统为代表的移动卫星通信展示了未来个人通信的无穷魅力。

本书以工程实践为背景,侧重技能训练,系统讲述了卫星通信的基本知识。全书共分8章,全面介绍了卫星通信的基本知识、卫星通信系统的组成与体制、卫星通信的关键技术、卫星通信网络、VSAT卫星通信网络、典型卫星设备剖析、卫星地球站入网测试和验收、移动卫星通信系统等。随着信息化步伐的加快,卫星技术的应用已发生了重大变化,如多媒体应用、个人卫星通信系统等。本书补充了这方面的内容。

根据高职教育的特点,本书在编写过程中注意理论联系实际,加强了卫星通信系统设备的分析及地球站工程建设的介绍。同时每章后面有实训指导和建议,以方便教师组织学生进行技能训练。

本书由丁龙刚、马虹编写。期间得到了解放军理工大学通信工程学院有关人员的热情指导,在编写过程中编者查阅并引用了大量资料,特向所用内容的作者深表感谢。

需要说明的是,鉴于课程时数和教材字数所限,本书只对卫星通信的主要技术进行了介绍。卫星通信是一个较为复杂的技术,牵涉的内容非常广泛,本书的目的是要让读者初步了解卫星通信的基本知识,能够解决工程中遇到的一些实际问题,提高从事卫星通信工作的技能。

书中错误和不足之处,请读者批评指正。作者联系方式;dinglg@nitt.edu.cn

为了配合本书的教学,机械工业出版社为读者提供了电子教案,读者可以在www.cmpbook.com上下载。

当前,互联网应用里爆炸式增长态势,光纤通信以其高带宽和相对低廉的价格,在远距离传输方式上占有越来越重要的位置。然而,卫星通信的高度机动性及星际互连等特点是光纤通信无法替代的。卫星通信技术的研究、应用与发展方兴未艾。

编 者

目 录

出版说明

前言

第 1 章 绪论	1
1.1 概述	1
1.1.1 卫星通信的基本知识	1
1.1.2 卫星通信使用的频段	3
1.1.3 卫星通信系统的分类	3
1.1.4 卫星通信系统的组成	4
1.1.5 卫星通信系统的特点	5
1.2 卫星通信技术的应用	6
1.3 卫星通信的常用技术参数	11
1.3.1 有效全向辐射功率	11
1.3.2 噪声系数和噪声温度	11
1.3.3 地球站的品质因素	12
1.3.4 卫星转发器饱和通量	12
1.3.5 载波噪声功率	12
1.3.6 天线增益和波束宽度	12
1.3.7 互调噪声和输入输出补偿	12
1.3.8 门限载噪比	13
1.3.9 传输损耗	13
1.4 实训	15
1.5 习题	15

第 2 章 卫星通信系统的组成与体制 ..	16
2.1 卫星通信系统	16
2.1.1 卫星通信系统的组成	16
2.1.2 卫星通信系统主要组成部分的功能和作用	17
2.2 卫星通信系统主要射频设备介绍	19
2.2.1 低噪声放大器	19
2.2.2 高功率放大器	21
2.2.3 变频器	30
2.3 卫星通信多址技术概论	32
2.3.1 频分多址方式	32

2.3.2 时分多址方式	33
2.3.3 空分多址方式	37
2.3.4 码分多址方式	37
2.4 实训	38
2.5 习题	38

第 3 章 卫星通信的关键技术	40
3.1 天线及馈源系统	40
3.2 地球站天线跟踪伺服系统	42
3.2.1 地球站天线跟踪系统体制	42
3.2.2 跟踪接收机	43
3.2.3 天线伺服系统	43
3.3 信号处理技术	46
3.3.1 数字语音内插技术 (DSI)	46
3.3.2 回波抑制 (抵消) 技术	48
3.3.3 语音编码技术	51
3.4 调制技术	54
3.4.1 模拟调制	56
3.4.2 数字调制	58
3.5 差错控制技术	60
3.6 实训	62
3.7 习题	63

第 4 章 卫星通信网络	64
4.1 卫星通信网的网络结构	64
4.2 卫星通信网与地面通信网的连接	65
4.2.1 地面中继传输线路	65
4.2.2 地面中继方式	66
4.2.3 电视信号传输中的地面中继	68
4.3 VSAT 网络结构	69
4.3.1 VSAT 网络的技术特点	69
4.3.2 VSAT 卫星通信网的组成及工作原理	69
4.3.3 VSAT 数据通信网的多址协议	73
4.3.4 VSAT 网的数据传输规程	77

4.3.5	VSAT 网的网络管理	79	6.6.3	系统功能	123
4.3.6	VSAT 系统与其他电信网络的组网	81	6.6.4	监视和控制	123
4.4	实训	84	6.6.5	环路测试和比特误码测试功能	124
4.5	习题	85	6.6.6	UMOD 定时设置	125
			6.6.7	工作状态	125
第 5 章	VSAT 卫星通信网	86	6.7	M4000 调制解调器	126
5.1	概述	86	6.8	IBS 的业务类型	127
5.2	VSAT 数据通信链路的结构	88	6.9	IBS 系统应用类型	128
5.3	VSAT 系统的主要设备	90	6.10	实训	129
5.3.1	主站	91	6.11	习题	130
5.3.2	小站	92			
5.3.3	VSAT 小站的技术性能和特点	96	第 7 章	卫星通信工程与入网	
5.4	VSAT 网空间段	102		验收	131
5.5	实训	102	7.1	卫星通信系统设计基本原则	131
5.6	习题	103	7.2	地球站的主要技术指标	131
			7.3	卫星链路计算	133
第 6 章	典型卫星通信设备简介	104	7.4	卫星通信系统的可靠性	133
6.1	概述	104	7.4.1	可靠性的参量定义及说明	134
6.2	IBS 系统的组成及工作原理	105	7.4.2	可靠性设计	134
6.3	SDM—T 数字复用设备	106	7.5	地球站工程设计的主要内容	135
6.3.1	概述	106	7.5.1	地球站工程设计总的要求	135
6.3.2	SDM—T 硬件机箱组成	107	7.5.2	可行性研究	135
6.3.3	PROPAK 模块 (规程卡)	109	7.5.3	编制设计任务书	136
6.3.4	SDM—T 复合链路	109	7.5.4	地球站工程勘察	136
6.3.5	SDM—T 数据信道	109	7.5.5	地球站接地、供电与防雷	138
6.3.6	语音传真模块	110	7.5.6	供电负荷的计算	139
6.4	SM2900 调制解调器	112	7.6	地球站微波辐射防护	139
6.4.1	SM2900 调制解调器的组成	112	7.7	地球站工程设计	140
6.4.2	SM2900 调制解调器的工作原理	113	7.7.1	编制初步设计文件	140
6.4.3	基本操作方式	114	7.7.2	施工图设计	140
6.4.4	监控接口	115	7.7.3	其他	142
6.4.5	内部定帧单元 (IFU) 和工程勤务通道 (ESC)	115	7.8	地球站入网测试	142
6.5	MS298 信道倒换开关	116	7.8.1	测试方法	142
6.5.1	MS298 信道倒换开关基本工作原理	116	7.8.2	测试项目及方法	144
6.5.2	MS298 的组成	117	7.9	入网验证测试流程和要求	145
6.6	9100 通用调制解调器	117	7.9.1	卫星通信地球站入网技术规范	145
6.6.1	发送链路	119	7.9.2	入网验证测试程序	146
6.6.2	接收链路	122	7.10	实训	146
			7.11	习题	147
			第 8 章	卫星通信技术的发展与未来	148

8.1 移动卫星通信技术	148	8.2.2 基于 ATM 的卫星网络	159
8.1.1 移动卫星通信系统的分类和发展 状况	148	8.2.3 IPSTAR 区域通信卫星系统简介	161
8.1.2 移动卫星通信系统的特点	149	8.3 遥感卫星系统	162
8.1.3 移动卫星通信系统的关键技术及 发展趋势	150	8.4 GPS 卫星定位技术	163
8.1.4 移动卫星通信系统应用介绍	151	8.5 卫星光通信技术	165
8.2 ATM 卫星通信技术	157	8.6 实训	168
8.2.1 基于 ATM 卫星网络的意义	158	8.7 习题	169
		参考文献	170

第 1 章 绪 论

1.1 概述

1.1.1 卫星通信的基本知识

我们知道，通信的目的是交换不同地点的消息。早期的通信基本停留在原始的人工方式。自从 1837 年莫尔斯发明了电报，1876 年贝尔发明了电话，人类步入了电通信时代，通信也由此发展成两大类：有线电通信和无线电通信。

无线电通信是利用电磁波作为通信信道进行信息传输的通信方式。最早人们只是利用长波和中波进行广播通信，或利用短波收发电报。随着人类社会的进步，科学技术的发展及用户业务需求，迫切需要远距离、大容量的通信手段。为此，人们研究更高频段的无线电通信方式，从而诞生了微波中继通信。微波中继通信有效解决了通信容量和远距离问题。但要实现越山跨海的国际通信是非常困难的。

早在 1945 年 10 月，英国空军雷达军官阿瑟·克拉克（A·C·Clarke）在《无线电世界》杂志上发表了《地球外的中继站》一文，文章中提出在圆形的赤道轨道上空，高度为 35 786km 处设置一颗卫星，每 24h 绕地球旋转一周，旋转方向与地球自转方向相同。这样，卫星与地球以同样的角速度绕太阳旋转，对于地球上的观察者来说，卫星是相对静止的。Clarke 还假设，在赤道空空的同步轨道上等间隔放置三颗卫星（各相隔 120°）就可以实现全球通信。这就是著名的卫星通信覆盖说。

由克拉克的设想我们可这样定义：卫星通信是指利用人造地球卫星作为中继站转发无线电波、在两个或多个地球站之间进行的通信。

通常，以宇宙飞行体或通信转发体为对象的无线电通信称为宇宙通信。它包括三种形式：即地球站与宇宙站之间的通信；宇宙站之间的通信；通过宇宙站的转发或反射进行的地球站之间的通信（如图 1-1 所示）。通常人们把第三种形式称为卫星通信。因而卫星通信就是宇宙通信的形式之一。这里所说的地球站是指设在地球表面（包括地面、海洋或大气层）的通信站。而把用于实现通信的人造卫星称为通信卫星。

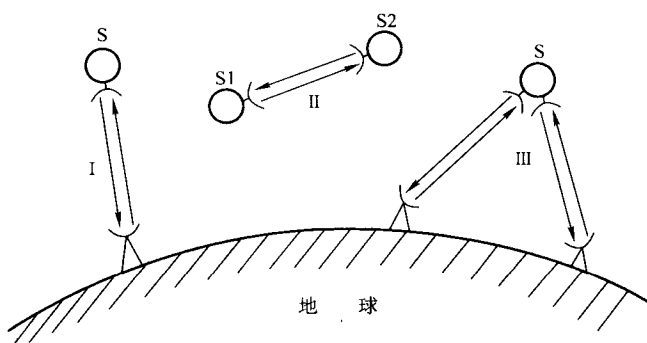


图 1-1 宇宙通信的 3 种基本形式

- I—地球站与宇宙站之间的通信
- II—宇宙站之间的通信
- III—通过宇宙站的转发或反射进行的地球站之间的通信

通信卫星的作用相当于离地面很高的中继站。利用卫星构成的通信的系统可用图 1-2 说明。

图 1-2 中的卫星通信终端由陆地站、海上站和空中站三部分组成，统称为地球站。

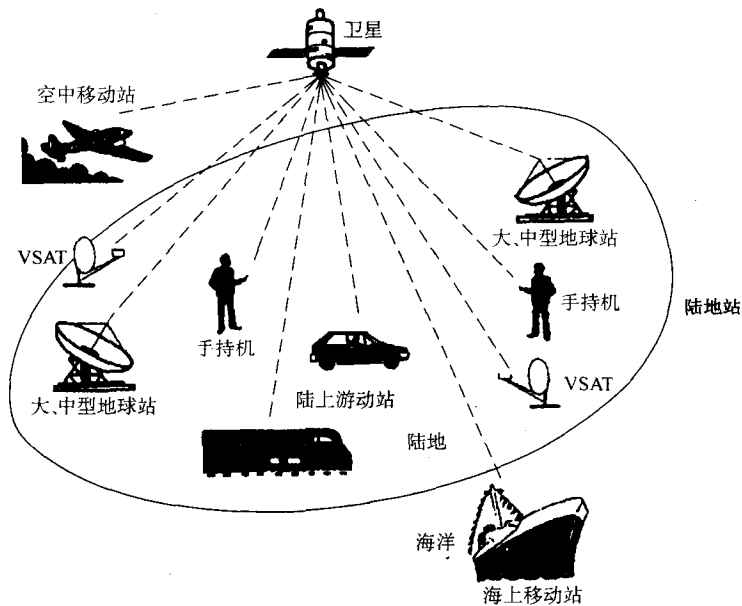


图 1-2 卫星通信示意图

图 1-3 是静止卫星与地球相对位置的示意图。如果以 120° 的等间隔在静止轨道上配置三颗通信卫星，则在地球表面除了两级地区未受到卫星天线波束的覆盖外（盲区），其他区域均在覆盖范围之内，而且其中一部分区域还是两个静止卫星天线波束覆盖的重叠地区（重叠区）。

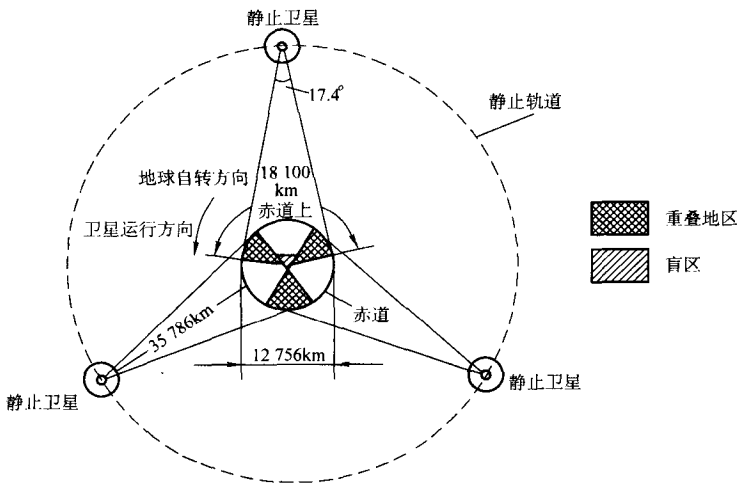


图 1-3 三颗静止卫星构成对地球的覆盖

因此，通过重叠地区内地球站的中继，就可以实现在不同卫星覆盖区的地球站间的通信，从而构成卫星通信网。所以，只要用三颗等间隔配置的静止卫星就可以实现全球通信。这一特点显然是任何其他通信手段所不具备的。目前，由国际通信卫星组织（INTELSAT）

负责建立的世界卫星通信系统就是利用静止卫星实现全球通信的。该全球卫星通信网过去担负着大约 80% 的国际通信业务和全部国际电视转播业务。目前，由于光纤通信的发展，这一比例有所下降。但卫星通信在国际通信业务中将始终占有重要地位。

1.1.2 卫星通信使用的频段

卫星通信工作频段的选择是一个十分重要的问题，它将直接影响到整个卫星通信系统的通信容量、质量、可靠性、设备的复杂程度和成本的高低，还将影响到无线电频率资源的利用及与其他通信系统的协调。

目前，考虑到大气损耗等各种传输因素的影响，卫星工作频段通常选择在下列波段：

- VHF 波段 400/200MHz (上行/下行)
- L 波段 1.6/1.5GHz (上行/下行)
- C 波段 6.0/4.0GHz (上行/下行)
- X 波段 8.0/7.0GHz (上行/下行)
- Ku 波段 14.0/12.0GHz (上行/下行)
- Ka 波段 30/20GHz (上行/下行)
- V 波段 50/40GHz (上行/下行)

卫星通信在现有微波技术的基础上，频率选择在 1 ~ 10GHz 范围内最佳。根据无线电波穿越大气层时电波衰减的情况，最理想的频段在 6/4GHz (上行/下行) 附近。在这个频段，可用带宽约在 500MHz 左右。目前同步卫星通信使用的频段多为 C 波段，但 30/20GHz 的 Ka 波段也逐步被开发利用。

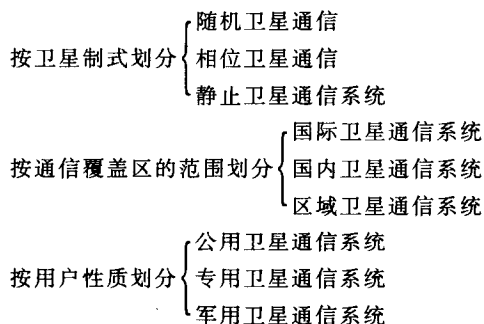
虽然降雨等对 Ku 波段信号的传输影响比 C 波段大得多，但其相同尺寸天线的增益也大。Ka 频段上行频率范围为 27.5 ~ 31GHz，下行频率为 17.2 ~ 21.2GHz。该频段可用带宽可增大到 3.5GHz，为 C 波段 (6/4GHz) 时的 7 倍，因此有较大吸引力。但降雨损耗相当严重。

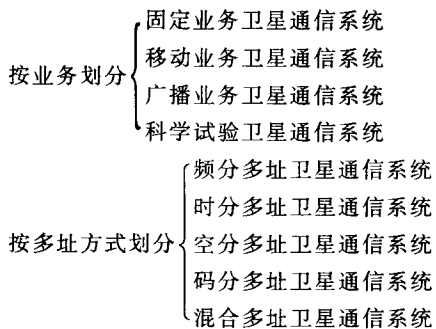
在波段可用带宽内，又可以被分成很多个卫星转发器带宽。例如，可将 C 波段的 500MHz 带宽划分成 12 个转发器带宽。每个转发器的额定带宽为 36MHz，中心频率的间隔为 40MHz。有关卫星频段无线电波的传播问题后面章节还将介绍。

1.1.3 卫星通信系统的分类

随着科学技术的进步和人们对通信需求的日益增长，卫星通信技术发展非常迅速。因此，在实际应用中有不同形式和类别的卫星通信系统。

卫星通信系统可以从以下几个方面进行分类：





由以上的分类可以看出，它们都是从不同的侧面反映出卫星系统的特点、性质和用途。综合起来，便可较全面地描绘出某一具体的卫星通信系统的特征。

1.1.4 卫星通信系统的组成

静止卫星（也称同步卫星）通信系统由空间的一颗（或多颗）通信卫星和多个地球站组成。通信卫星转发器起到中继作用，把地面收到的信号进行处理（变频、放大、交换、相位均衡等）后再发回地面。地球站是卫星通信系统与地面系统的接口，地面网络通过地球站与卫星系统联接，形成一个完整的通信网络。

利用卫星进行通信，除了有通信卫星和地球站以外，为了保证通信的正常进行，还需要对卫星进行跟踪测量并对卫星在轨道上的位置及姿态进行监视和控制，完成这一功能的就是跟踪遥测和指令系统。

为了对卫星的通信性能及参数进行通信业务开通前和开通后的监测与管理，还需要监控系统。所以，卫星通信系统通常是由通信卫星、地球站、跟踪遥测及指令系统和监控系统等四大部分组成，如图 1-4 所示。

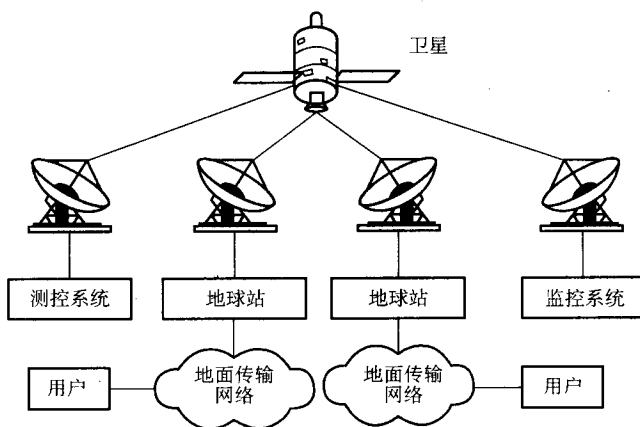


图 1-4 卫星通信系统的组成

作为一条通信线路，卫星通信线路是由发端地球站、上行传播路径、通信卫星转发器、下行传播路径和收端地球站构成的（单向），如图 1-5 所示。

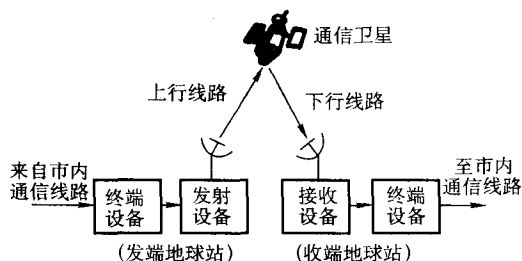


图 1-5 卫星通信线路构成 (单向)

1.1.5 卫星通信系统的特点

卫星通信与其他通信方式相比，有以下突出的优点：

1) 通信距离远，建站成本与通信距离无关。一颗静止卫星可覆盖地球表面积的 42.4%，3 颗等间隔 (120°) 的静止卫星，就可以建立除地球两极以外的全球通信。目前，卫星通信仍是远距离越洋通信的主要手段。

2) 通信容量大。卫星通信工作在米波至毫米波范围内，可用带宽在 575MHz 以上，加上频率复用等措施，极大地提高了卫星通信的通信容量。如果卫星通信使用的频段向 Ka 甚至更高频率发展，可用带宽可以增加至 3.5GHz 以上，这是除光纤以外的其他通信手段无法比拟的。

3) 组网灵活，便于多址联接。在卫星所覆盖的通信区域内，所有地面站都可以利用卫星作为中继站进行相互通信，这就是卫星通信的多址联接技术。

4) 通信线路质量稳定可靠。卫星通信的电磁波主要在大气层以外的宇宙传播，而宇宙空间可以看作是均匀介质，电波传播比较稳定，且不受地形、地物影响，传输信号稳定可靠。

5) 机动性能好。卫星通信不仅能作为大型地球站之间的远距离通信，而且可以为车载船载、地面小型终端、个人终端以及飞机提供通信，能够迅速组网，在短时间内将通信延伸至新的区域。随着技术的发展，新型卫星移动通信系统将成为未来个人通信的最佳选择。

静止卫星通信系统也存在着某些缺点，主要有以下几点：

1) 两极地区为通信盲区，在高纬度时，通信效果较差。

2) 卫星的发射、测控技术复杂，运营成本高。

3) 存在日凌中断和星蚀现象。在每年的春分和秋分前后数日，太阳、卫星和地球在同一直线上，因太阳的干扰，每天会造成几分钟的通信中断，这种现象称为日凌中断。另外，当卫星进入地球的阴影区时，还会造成卫星的日蚀，在卫星通信上，称之为星蚀。星蚀会加大通信噪声，严重时可使通信中断。

4) 电波的传播时延较大，存在回波干扰。利用静止卫星进行通信时，信号由发端地球站经卫星转发到收端地球站，单程传输时间约为 0.27s。当进行双向通信时，就是 0.54s。如果是进行通话，会给人带来一种不自然的感觉。与此同时，如不采取回波抵消器等特殊措施，会产生回波干扰，使发话者在 0.54s 以后，又听到了反馈回来的自己讲话的回音，造成干扰。

5) 抗干扰能力差。因为从通信卫星发射传输至地球站的信号极其微弱, 所以地球站通常具有很高的接收灵敏度。因此, 任何一个地面站, 发射功率的强度和信质量, 都可能造成对其他地球站的影响。另一方面, 静止卫星坐标位置是公开的, 因此, 通信卫星极易受到人为干扰。

6) 保密性能差。卫星通信具有广播的特性, 不利于信息传输时的保密。

正因为利用静止卫星通信存在上述一些缺点和问题。所以近年来一些国家又开始研究利用多颗低轨道移动卫星组网, 以实现全球范围内的通信, 其中包括所谓个人通信网。同时积极采用新技术和新工艺。但是卫星通信的一些固有缺点是无法克服的, 或者说克服的代价很大。

1.2 卫星通信技术的应用

1945年克拉克提出了静止卫星通信设想, 20年后这一设想才变成了现实。通过不断研究和试验, 1964年8月美国发射的第三颗“辛康姆”卫星定位于东经 155° 的赤道上空, 通过它成功地进行了电话、电视和传真的传输试验, 并于1964年秋用它向美国转播了东京奥运会实况。以此为标志, 卫星通信完成了它的早期试验阶段而转向实用阶段。

1965年4月国际通信卫星组织发射了第一颗商用静止轨道通信卫星 (INTELSAT—I) (简称为IS—I) 并定点于西经 35° , 目前国际通信卫星组织的通信卫星已发展到第七和第八代 (IS—VII/IS—VIII), 其通信容量比IS—I扩大了近千倍。

例如IS—VII国际通信卫星共有7颗, 可用于国际通信或区域性通信系统, 分别工作于C波段 (6/4GHz) 和Ku波段 (14/11GHz)。在C波段, 利用正交极化隔离和空间波束隔离而达到频率的4次复用, 并增设了一副可转动的点波束天线。在Ku波段, 利用正交极化波达到频率的2次复用, 并使两组通信设备工作于3副点波束天线上。IS—VII系列的每颗星均配置4种不同类型的8副天线, 增加了波束覆盖区, 并具有灵活的波束互联功能, 可满足各个地区的独特需求。IS—VII通信系统包括26个C波段转发器和10个Ku波段转发器。卫星转发器采用了许多新的技术成果, 如C波段功放全部采用固态功放 (SSPA); Ku波段则采用大功率长寿命的宽带行波管放大器。为保证宽带放大器的线性特性, 首次在卫星上采用了预失真性的均衡技术。为进一步保证卫星运行的可靠性, IS—VII系列卫星均采用二轴稳定系统。IS—VIII系列卫星具有高连通性、高性能, 设计主要用于跨洋 (大西洋、印度洋和太平洋) 的通信, 以满足不断增长的业务需求。IS—VIII工作在C波段 (6/4GHz) 和Ku波段 (14/11GHz, 14/12GHz), 并具有两个波段互联能力。在C波段, 有6重频率复用的32个半球/区域转发器, 还有6个全球转发器。在Ku波段, 有6个可在两个可调点波束天线之间灵活分配的转发器。根据频段、波束类型以及与其连接方式的不同, 卫星转发器的射频有效带宽共有6种规模, 即34MHz、36MHz、41MHz、72MHz和112MHz。IS—VIII卫星是国际通信卫星组织的最新系列卫星。C波段的所有功放均采用高线性的SSPA, 全球和半球波束转发器SSPA的输出功率为27~38W, 区域波束转发器SSPA的输出功率为10~20W。Ku波段采用线性行波管放大器 (TWTA), 其卫星转发器的输出功率为43W。IS—VIII增强了卫星新闻采集 (SNG) 业务的提供能力, 还具有新的视频业务直播能力。其卓越的性能、较大的通信容量, 为全球众多的国际卫星用户带来极大的业务灵活性和方便性。

国际通信卫星组织已宣布，从 2000 年起，陆续发射 4 颗第 9 代国际通信卫星，以替代目前在轨的 6 代卫星，更好地向广大用户提供高质量的先进数字语音数据和视频业务。该计划总投资约 10 亿美元。这些第 9 代国际通信卫星，是由美国劳拉空间系统公司承建的，具有先进的设计和灵活性，能提供比其他卫星通信系统更高的容量。它带有 44 个 C 波段和 16 个 Ku 波段转发器，能提供比国际标准还好的数字化载波，其性能可与光缆相媲美。由于它的功率较大，还可减少地面段的费用，便于开展卫星新闻采集储存、按需分配多址、互联网、直接到户和 VSAT 网络等业务。第 9 代国际通信卫星具有的主要技术优点是：

1) 由于它的波束覆盖面扩大，将成为国际通信卫星组织系统容量最大的卫星，可向主要市场提供增长的增值业务。

2) 由于它具有优良的有效全向辐射功率 (EIRP)，因此，不管是 C 波段还是 Ku 波段，都可以降低地面段费用，并能改进业务质量。

3) 由于它波束间的互连，包括 C 波段和 Ku 波段间的跨接，能使容量的分配更加灵活，以适应用户的动态需求。

4) 由于它具有国际通信卫星组织的星上交换时分多址联接数字载波技术，从而改进了通信质量，提高了通信的可靠性和灵活性。

5) 为了向用于卫星新闻采集的小型便携式卫星天线提供便利，它在全球波束的第 12 信道，为临时电视业务提供了新的对偶转发器增益控制技术。

6) 它在半球波束的第 9 信道，为稀路由电话业务或按需分配多址业务，提供准全球覆盖，使得它的有效全向辐射功率比全球波束还高 6dB。

7) 提供了改进的 Ku 波段功率分配的信道化和灵活性，输出功率可提供直接到户，采用 60cm 的天线就可接收。

在这 4 颗第 9 代通信卫星陆续发射后，国际卫星通信组织将采用最新技术，为公共和专用语言数据网、互联网和 Intranet、同步数字系列和异步转移模式通信、广播和直接到户视频服务以及高速数据干线、远程医疗和教学、交互式视频和多媒体等其他宽带业务，提供周到，满意的服务。

目前地球上空同步轨道上运行的同步卫星多达 130 多颗，利用卫星通信的国家和地区多达 170 余个，有近 20 万座卫星通信地球站及几百万个卫星接收站，遍及全球各地。

我国卫星通信的研究和使用始于 20 世纪 70 年代初。1972 年我国租用国际卫星 4 号 (IS-IV)，引进国外设备，在京、沪等地建立了 4 座大型地球站，首次开展了商业性的国际卫星通信业务。1984 年 4 月 8 日，我国成功地发射了第一颗试验同步卫星 STW-1 号，定点于东经 125°同步轨道上。1988 年 3 月 7 日和 12 月 22 日，我国又相继发射了东方红二号甲—1 (DFH-2A-1) 和东方红二号甲—2 (DFH-2A-2) 实用通信卫星，分别定点于东经 87.5°和 110.5°，各有 4 个转发器。均工作在 6/4GHz 频段。1990 年 2 月 4 日东方红甲—3 (DFH-2A-3) 发射成功，定点于东经 98°。1997 年 5 月 12 日东方红三号 (DFH-3) 发射成功，定点于东经 125°。

目前，全国已有近 400 个市、县通过卫星可与 180 多个国家和地区进行远地通信。每个省级电视台都有 1~2 套卫星电视节目。

利用静止通信卫星可以构成多种制式的卫星通信网络。主要有：

(1) 卫星电视输送网络

利用卫星转发电视信号，这是电视传输技术上的一次飞跃，它比利用地面微波中继通信系统或者是同轴电缆系统的传输质量要好得多，而且可以远距离传输。早期的国际电视直播几乎都采用了卫星电路。

(2) 卫星电视广播网络

利用卫星进行电视广播，不仅覆盖区域大，可以包括全国所有的陆、海地域，甚至全世界需要电视广播的地区，而且它的性能稳定可靠，总体成本低廉。因此，获得了广泛应用。目前，大容量的数字卫星广播系统可以同时转送经压缩的数字卫星电视 150 多套。

(3) 国际电话通信网络

利用卫星转送国际电话通信业务，不仅话音质量好，调度灵活，而且通信容量大，运营成本低。运用话音激活技术，可以大大提高频谱利用率。借助小型数字卫星话路终端，可以迅速将电话等通信业务延伸至有线通信无法到达的地方。

(4) 互联网服务网络

互联网的兴起和发展非常迅速，全球呈爆炸增长态势。互联网的一个显著特点是不对称传输，往往下行传输速率较高。因此，卫星通信广播式的通信方式特别适合这一需要。另一方面，卫星通信远距离传输的特点可以为国际互联网大大降低传输费用。新型卫星通信技术完全能够为互联网接入提供新的技术手段。

此外，除了静止卫星通信方式，现代广义卫星通信技术的运用范围更加广泛。下面先介绍一下移动卫星通信技术。

(1) 低轨道卫星通信系统 (LEO)

低轨道卫星通信系统是相对于地球同步卫星通信而言的。在 10 多年前，通信界提出了“个人通信”的概念，即所谓“5 个任何”：这就是要求任何人在地球上的任何地方，可以与任何一点进行任何方式和任何内容的通信。显然低轨道卫星通信系统是实现上述“个人通信”的最佳方案之一。

低轨道卫星一般距离地面 500 ~ 1500km。如果再低，由于大气和电离层的影响，就会降低卫星使用寿命。目前一般同步卫星的使用寿命是 15 年，而低轨道卫星的寿命只有其一半左右。低轨道卫星通信系统要求多个卫星同时使用。因为卫星轨道低，只有用多个卫星组织起来才能覆盖整个地球表面，卫星轨道越低，要求的卫星数目越多。它们可在地球之外，以地心为中心的一个球面均匀分布。也可以在分开成两个或三个同心的球形层面上运行。这种卫星群与地球的组成形式很像在一个原子中的原子核和围绕着它的许多电子的运行状态，因此，有一个低轨道卫星通信系统便是使用“铱”来命名的，这就是美国的铱星卫星通信系统。

低轨道卫星通信系统与静止（同步）卫星通信系统比较有如下特点：

1) 由于卫星高度较低，卫星通信特有的通信传输时延大大降低。

2) 低轨道卫星通信系统电波传播衰减小。长距离电波传输使信号衰减严重，信号的衰减是与传输距离的平方成正比的。同步卫星信号传输距离约是低轨道卫星的 36 倍，而信号的衰减则在 1000 倍以上。正是由于这样的因素，低轨道卫星通信系统的收发设备可以非常简易和小型化，如“铱”系统的用户设备可以做得如同我们常用的手机大小，使用也很简单。

3) 因为低轨道卫星通信系统可以将卫星均匀地排布在整个地球的周围，即使是在地球