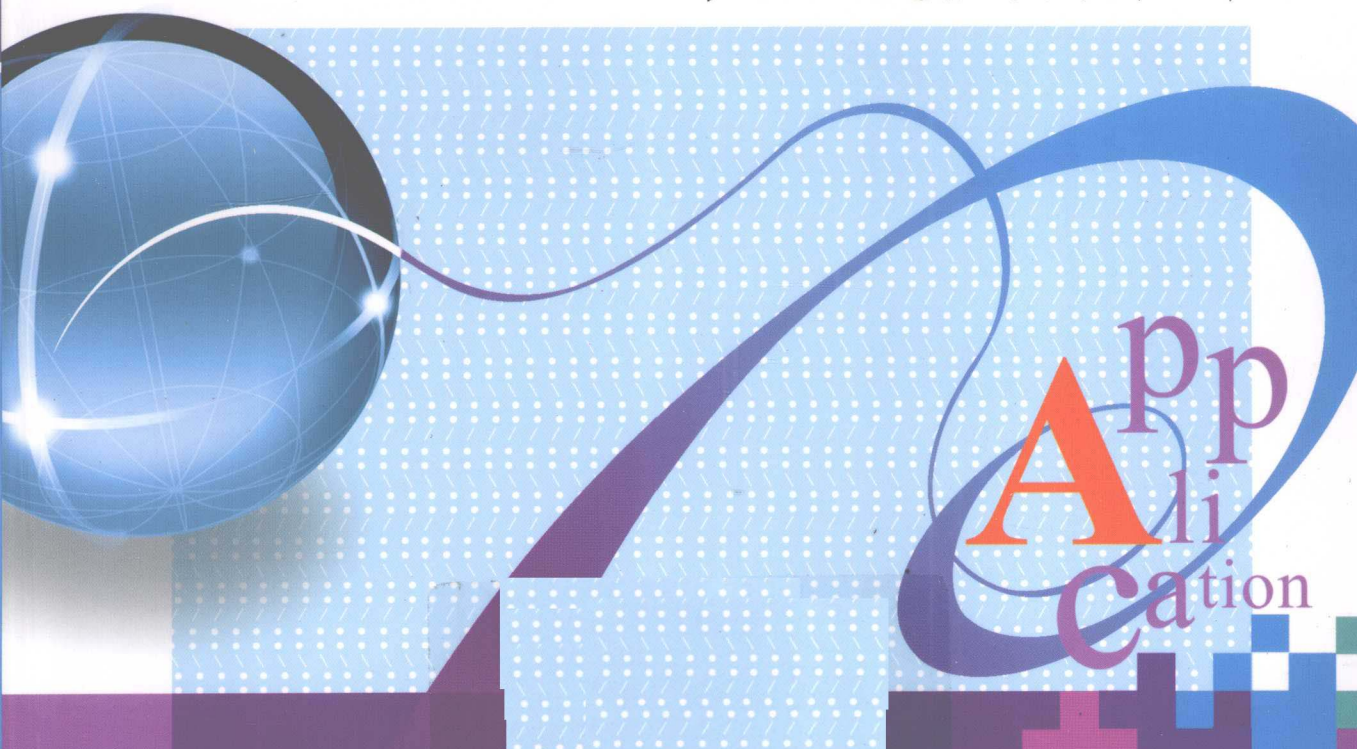


► 21世纪通信网络技术丛书



网络通信与工程应用系列

卫星通信系统

郭庆 王振永 顾学迈 编著



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

21 世纪通信网络技术丛书
——网络通信与工程应用系列

卫星通信系统

郭 庆 王振永 顾学迈 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

卫星通信系统由于具有三维无缝覆盖能力、独特灵活的普遍服务能力、覆盖区域的可移动性、广域复杂网络构成能力、广域 Internet 交互连接能力, 以及特有的广域广播与多播能力, 对应急救援的快速灵活与安全可靠的支持能力等特点, 已经成为实现全球通信不可或缺的通信手段之一。本书系统地介绍了卫星通信系统的相关技术, 包括基本概念、卫星轨道的空间参数、卫星通信电波传播特性、卫星天线、卫星系统构成、卫星通信体制、卫星链路特性、移动卫星组网设计等内容。此外, 还对卫星通信的新技术应用进行了分析和探讨, 介绍了卫星通信抗干扰技术、卫星数字广播系统、卫星互联网技术, 以及卫星通信业务和卫星通信系统的应用。本书内容新颖, 概念清楚, 具有较好的实际应用价值。

本书适合于从事信息与通信工程领域研究与设计的科研和工程技术人员、高校师生阅读与参考。

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有, 侵权必究。

图书在版编目 (CIP) 数据

卫星通信系统/郭庆, 王振永, 顾学迈编著. —北京: 电子工业出版社, 2010.6
(21 世纪通信网络技术丛书. 网络通信与工程应用系列)

ISBN 978-7-121-10960-7

I. ①卫… II. ①郭… ②王… ③顾… III. ①卫星通信系统 IV. ①TN927

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 095576

责任编辑: 王春宁 特约编辑: 刘 涛

印 刷: 北京天宇星印刷厂

装 订: 三河市皇庄路通装订厂

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1092 1/16 印张: 30.25 字数: 770 千字

印 次: 2010 年 6 月第 1 次印刷

印 数: 3 000 册 定价: 79.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

出版说明

通信网络技术是当今发展最快、应用最广和最前沿的通信领域之一。通信技术发展到今天，已经不是传统意义上的充满神秘色彩的深奥技术了，它已经与日常的应用密不可分。可以说，网络的出现，使通信技术有了广阔的用武之地。正是由于有了固定电话网、移动通信网和 Internet，使通信技术的应用在这些平台上有了用武之地，渗透到了我们日常生活的方方面面。

为了促进和推动我国通信产业的发展，电子工业出版社通信分社特策划了一套《21 世纪通信网络技术丛书》。这套丛书根据不同的层面，又细分为三个系列：<移动通信前沿技术系列>、<3GPP LTE 无线通信新技术系列>和<网络通信与工程应用系列>。

<移动通信前沿技术系列>是从移动通信技术（3G 技术）的应用现状与发展情况出发，全面介绍当今移动通信领域涉及的关键技术与热点技术，例如：软件无线电；移动 IP 技术；移动数据通信；WCDMA；TD-SCDMA；cdma2000 移动通信系统网络规划与优化；智能天线技术；认知无线电技术；WiMAX、WiFi、ZigBee 宽带无线接入技术；UWB 技术；UMTS 技术；Ad Hoc 技术等。

<3GPP LTE 无线通信新技术系列>是以 3GPP 中 LTE 标准的关键技术在无线、宽带、高速、资源的有效管理和利用，以及在 B3G/4G 无线通信领域的应用为主。LTE 作为 3G 技术的一个重要的长期演进计划，代表了国际无线通信领域的最新发展需求和解决方案，例如：基于 OFDM 的上、下行（HSxPA）的多址接入技术、随机接入技术、多天线 MIMO 技术、多链路自适应技术、多播技术、功率控制技术、宽带无线网络的安全性、可移动性、可管理性；高效信源与信道编码和调制 MQAM 技术等。

<网络通信与工程应用系列>是以技术为先导，以构建网络的体系结构、标准、协议为目标所开展的现代无线、移动、宽带通信网络的规划与优化，以及结合工程应用的方向所提出来的。例如：无线网状网、WLAN、无线传感器网络、B3G/4G 通信网工程设计与优化、卫星移动通信网、三网融合技术、网络新安全技术策略、RFID 应用网络、下一代基于 SIP 的统一通信、光网络与光通信等。

本套丛书依托各高等院校在通信领域从事科研、教学、工程、管理的具有丰富的理论与实践经验的专家、教授；各科研院所的研究员；国内有一定规模和研发实力的科技公司的研发人员，以及国外知名研究实验室的专家、学者等组成编写和翻译队伍，力求实现内容的先进性、实用性和系统性；力求内容组织循序渐进、深入浅出、理论阐述概念清晰、层次分明、经典实例源于实践；力求很强的可读性和可操作性。

本套丛书的主要读者对象是广大从事通信网络技术工作的各科研院所和公司的广大工程技术人员；各高等院校的专业教师和研究生；刚走上工作岗位的大学毕业生；以及与此相关的其他学科的技术人员。

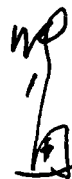
本套丛书从 2008 年上半年开始已陆续推出，希望广大读者能够关注它，多对本套丛书提出宝贵意见与建议，欢迎通过电子邮箱 wchn@phei.com.cn 进行探讨、交流和指正，以便今后为广大读者奉献更多、更好的优秀通信技术类图书。

电子工业出版社
通信出版社

序

卫星通信自 20 世纪 40 年代提出，并经过半个多世纪的发展，已逐渐成为区域与跨洋通信、国家基础干线通信、国际军事通信、行业及企业专网通信乃至个人通信的重要手段。进入到 20 世纪末，卫星通信面临地面高密度、大容量光纤通信的严峻挑战，但随着信息全球化、互联网、数字多媒体通信以及视频、音频业务的增长，通信个性化、机动性及无缝覆盖的需求，卫星通信已转向其具有独特优势的方向发展。当前卫星通信的业务范围为：卫星固定通信、卫星移动通信、卫星电视直播 / 数字多媒体直播、卫星宽带通信等四个方面。其中，卫星宽带通信正处在发展的培育期，卫星移动通信系统已成为地面通信网和地面移动网的一种延伸和补充，特别是在特殊情况下的应急通信和个人通信，其作用是不可替代的。

本书详细介绍了卫星通信系统的发展、组成、关键技术及应用。作者根据多年在卫星通信系统方面的研究工作积累，对卫星通信业务范围内的系统工作机理、关键技术等进行了介绍。该书在对卫星通信的基本概念、卫星轨道、电波传播、卫星通信系统天线、空间段、地面段介绍的基础上，对卫星通信系统通信体制、卫星链路性能、卫星通信系统多址接入技术进行了论述。对卫星通信系统面临的干扰问题，分析了不同种类的干扰对卫星通信系统性能的影响以及卫星通信系统的抗干扰技术特点。针对卫星星座通信系统，介绍了单层及多层卫星星座的设计方法，并对不同轨道卫星在各种覆盖区域要求条件下的星座特性进行了分析，重点介绍了卫星星座稳定性结构的设计思想及方法。针对卫星通信组网技术，介绍了卫星通信网络结构、单层和多层卫星通信网络路由技术、切换技术、星上处理技术、星上交换技术和移动性管理策略，总结了当前卫星通信网络采用的新技术。随着卫星广播事业的迅猛发展，卫星广播技术已进入了一个崭新的数字时代，该书介绍了目前卫星数字广播系统采用的 DVB-S、DVB-S2、DVB-RCS 等新体制及工作流程。最后，该书介绍了卫星通信业务及实际在轨运行的卫星通信系统及应用。该书既有理论论述，又有解决实际问题的关键技术分析与介绍，此书的出版，必将对我国的通信电子教育做出应有的贡献。可以预期，此书将受到相关专业师生和工程技术人员的欢迎。



中国工程院院士 张乃通

前 言

卫星通信自 20 世纪 40 年代提出, 并经过半个多世纪的发展, 已逐渐成为区域与跨洋通信、国家基础干线通信、国际军事通信、行业及企业专网通信乃至个人通信的重要手段。进入到 21 世纪, 卫星通信面临地面高密度、大容量光纤通信的严峻挑战, 但随着信息全球化、互联网、数字多媒体通信以及视频、音频业务的增长, 通信个体化、机动性及无缝覆盖的需求, 卫星通信已转向其具有独特优势的方向发展。

当前卫星通信的业务范围为: 卫星固定通信、卫星移动通信、卫星电视直播/数字多媒体直播、卫星宽带通信四个方面。据统计分析, 全球目前在固定通信的 4 200 多个标准转发器中, 视频业务约占 62%, 数据业务占 24%, 语音业务下降到占 14%。2008 年, 全球宽带用户达到 1.26 亿, 其中光缆传输占 44%、DSL 用户占 31%、卫星固定通信占 19%、陆地无线通信占 6%, 因此, 可以认为卫星宽带通信正处在发展的培育期。卫星移动通信在进入 21 世纪以来处于低潮之中, 但为了满足信息时代的需求, 未来通信将是有线/无线通信系统的综合运用, 卫星移动通信系统是地面通信网和地面移动网的一种延伸和补充, 特别是在特殊情况下的应急通信, 其作用是不可替代的。同时, 它也是满足人类实现无约束个人通信的重要手段, 表明卫星移动通信技术仍在不断发展演进。为了实现上述传输业务的要求, 卫星通信技术的发展是: 数字化、网络化、IP 化和宽带化。

本书共分 15 章, 主要内容包括:

(1) 基础知识

构成卫星通信特点的传输环境是星(距地面几百千米到 35 786 千米)地之间的空间, 对空间影响信息传输的物理量、相关因素, 如使用的频段、电波传播特性、天线、卫星所处的空间轨道等, 以及国际卫星通信组织和系统, 应有一个概念性的了解。有关内容在本书的第 1~4 章进行论述。

(2) 卫星通信系统基础理论与技术

卫星通信系统一般由空间段和地面段两大部分组成。空间段完成对卫星的控制并提供对地面信号的转发功能, 其包含的设备分为控制卫星姿态的空间平台及提供被传输信号转发能力的有效载荷两部分。地面段实现信息传输发/收的功能, 由天线和低噪放构成的室外单元及收发设备室内单元组成。它们的组成、工作原理和分类等在第 5、6 章介绍。针对与空间段和地面段有关的卫星通信星地链路特性、信息传输体制、多址接入、抗干扰等理论与技术问题, 是卫星通信系统涉及的必不可缺的关键技术, 在本书的第 7~10 章中论述。

(3) 卫星通信系统特有的关键技术

卫星轨道高度分成高、中、低三档, 所形成的通信系统也各有特点。卫星通信系统为了满足通信覆盖区域及通信质量的要求, 需要由若干颗卫星按要求分布在单或多轨道面上组成一定的星座。这样, 星座的设计与优化、组成星座的星间链路、天基星座网与陆地通信网的融合是组成卫星通信系统的必备知识。

星上通信有效载荷采用的频段向 Ka 及更高频段方向发展, 以实现比 C、Ku 频段大得多的信息数据吞吐量, 如何克服卫星时延、气候(如雨、雾、云等)因素对传输性能的影响成

为了重要的研究课题。

星上为了提高 EIRP 值,采用高增益多波束、点波束天线,为了抗干扰和保密问题采用跳波束、多波束调整、相控阵和可变波束天线等。

由于超大规模集成电路技术及数字处理技术的发展,星上处理技术已成为研究的热门方向,其研究课题包括:射频处理技术、再生处理技术和星上异步传输模式技术等。以上内容在本书第 11、12 章中论述。

(4) 卫星通信业务及应用

卫星通信的业务是人们利用卫星传输达到远距离、广域覆盖的信息传输服务,解决地面通信网络覆盖不到的或稀路由业务地区的通信服务问题,有关内容在第 13 章作了介绍性论述。由于卫星 Internet、卫星移动通信和卫星数字视频广播是近年来迅速发展起来的卫星通信的新应用领域,本书在第 14、15 章作了论述与介绍。

我国科技工作者经过不懈努力,发展了自己的通信系列卫星,为提高综合国力、确保国家安全,改善人民的文化、教育和生活质量作出了重要贡献,但我国的卫星通信与迅速发展的地面通信,或者与美、欧、日本等发达国家的卫星通信相比,无论技术水平还是产业规模都存在差距。为了加快发展我国的卫星通信技术,我们总结了部分科研成果编著本书,为该领域的科技人员提供参考。

在本书的编写过程中,李德志为第 2 章、第 8 章提供了许多素材,杨明川为第 3 章提供了许多素材,张竹、高梓贺为第 4 章、第 12 章提供了许多素材,俞志斌、杜超为第 7 章、第 9 章提供了许多素材,李陆为第 10 章、第 14 章提供了许多素材,周牧为第 11 章提供了许多素材,唐弢为第 13 章、第 15 章提供了许多素材,赵岩、公博、魏一舟、陈立明、俞志斌、杨明川、李德志为本书的绘图和公式编辑等作了大量的工作,在此一并表示感谢。

张乃通院士对本书的编写结构及内容给出了很多非常有益的建议,电子工业出版社对本书的出版给予了大力的支持与帮助,在此表示衷心的感谢。

由于作者的水平与实践能力所限,书中遗漏和错误之处在所难免,恳请批评、指正。

作 者

目 录

第 1 章 概述	(1)
1.1 卫星通信的发展	(1)
1.1.1 卫星通信发展历程	(2)
1.1.2 卫星通信业务	(4)
1.2 卫星通信的频率划分	(5)
1.2.1 无线电频段	(5)
1.2.2 卫星业务无线电频谱分配	(6)
1.3 通信卫星的轨道划分	(6)
1.4 卫星通信系统组成	(7)
1.4.1 卫星通信链路的组成	(8)
1.4.2 卫星测控系统的组成	(10)
1.4.3 卫星通信系统的网络结构	(12)
1.5 卫星通信的应用	(13)
1.5.1 卫星广播应用	(13)
1.5.2 VSAT 卫星通信	(14)
1.5.3 卫星通信在远程教育医疗系统中的应用	(16)
1.5.4 卫星移动通信系统应用	(18)
1.5.5 卫星 Internet 接入应用	(19)
1.6 通信卫星组织	(20)
1.6.1 国际卫星通信组织	(20)
1.6.2 国际海事卫星组织	(21)
第 2 章 卫星轨道	(23)
2.1 引言	(23)
2.2 二体问题	(23)
2.2.1 二体运动方程	(23)
2.2.2 开普勒第一定律	(24)
2.2.3 开普勒第二定律和第三定律	(25)
2.2.4 绕地卫星系统常用术语定义	(26)
2.3 时间和空间坐标系统	(27)
2.3.1 有关时间和空间坐标系统的一些天文概念	(27)
2.3.2 时间系统	(29)
2.3.3 空间坐标系	(31)
2.4 卫星轨道参数	(35)
2.4.1 二体问题六个积分与轨道六根数	(35)

2.4.2	两行式轨道元素	(39)
2.5	轨道摄动	(40)
2.5.1	地球非球形摄动	(40)
2.5.2	大气阻力摄动	(41)
2.5.3	太阳光压摄动	(42)
2.5.4	日月摄动	(43)
2.6	星下点和覆盖	(44)
2.6.1	星下点轨迹	(44)
2.6.2	地面覆盖	(47)
2.7	典型卫星轨道	(50)
2.7.1	卫星轨道的分类和高度窗口	(50)
2.7.2	太阳同步轨道	(51)
2.7.3	冻结轨道	(52)
2.7.4	极轨道	(53)
2.7.5	对地静止轨道	(53)
2.7.6	地球同步轨道与回归轨道	(56)
	参考文献	(57)
第3章	电波传播	(58)
3.1	引言	(58)
3.2	自由空间损耗	(59)
3.3	大气损耗	(59)
3.3.1	气体吸收	(60)
3.3.2	降雨衰减	(61)
3.3.3	云雾衰减	(68)
3.3.4	降雪产生的损耗	(69)
3.4	折射、闪烁及法拉第旋转	(69)
3.4.1	大气折射	(69)
3.4.2	大气闪烁	(71)
3.4.3	电离层闪烁	(72)
3.4.4	法拉第旋转	(73)
3.5	去极化效应	(74)
3.5.1	雨滴引起的去极化	(74)
3.5.2	雪晶体引起的去极化	(75)
3.5.3	雨雪交叉极化统计特性	(76)
3.6	传播噪声	(76)
	参考文献	(77)
第4章	天线	(78)
4.1	引言	(78)
4.2	天线互易原理	(78)
4.3	坐标系	(79)

4.4	天线的特性参数	(79)
4.4.1	辐射功率和辐射电阻	(79)
4.4.2	天线的效率	(81)
4.4.3	天线的方向性和增益	(82)
4.4.4	天线的有效长度	(86)
4.4.5	天线的有效孔径	(87)
4.4.6	天线系数	(89)
4.5	地球站天线	(89)
4.5.1	地球站天线主要种类	(90)
4.5.2	地球站天线的增益和效率	(91)
4.5.3	地球站天线的指向损耗	(91)
4.5.4	有效全向辐射功率	(92)
4.5.5	地球站天线增益对噪声温度比	(92)
4.6	卫星天线	(94)
4.6.1	卫星天线的特殊要求	(94)
4.6.2	卫星天线的分类	(97)
4.6.3	多波束反射面天线	(100)
4.6.4	多波束透镜天线	(101)
4.6.5	多波束阵列天线	(102)
4.6.6	智能相控阵天线	(105)
	参考文献	(107)
第5章	空间段	(108)
5.1	引言	(108)
5.2	结构、温控分系统	(109)
5.3	电源分系统	(109)
5.4	控制分系统	(110)
5.4.1	位置保持	(111)
5.4.2	姿态控制	(112)
5.5	跟踪遥测指令分系统	(115)
5.6	天线分系统	(116)
5.7	转发器	(119)
5.7.1	透明转发器	(120)
5.7.2	处理转发器	(123)
	参考文献	(127)
第6章	地面段	(128)
6.1	引言	(128)
6.2	地球站的分类及组成	(128)
6.2.1	地球站的分类	(128)
6.2.2	地球站的组成	(129)
6.2.3	地球站的性能指标要求	(131)

6.3	地球站的选址及布局	(133)
6.3.1	地球站选址的技术要求	(133)
6.3.2	地球站的布局	(135)
6.4	地球站天线分系统	(136)
6.4.1	地球站天线	(137)
6.4.2	地球站馈线设备	(140)
6.4.3	地球站伺服跟踪设备	(143)
6.5	地球站发射分系统	(146)
6.6	地球站接收分系统	(154)
6.7	接口及终端设备分系统	(157)
6.8	通信控制分系统	(158)
6.9	地球站电源分系统	(159)
	参考文献	(162)
第7章 卫星通信传输体制		(163)
7.1	数字信号调制技术	(163)
7.1.1	相移键控调制方式	(164)
7.1.2	频移键控调制方式	(168)
7.1.3	QAM 调制技术	(174)
7.1.4	正交频分复用 (OFDM)	(176)
7.2	差错控制编码技术	(180)
7.2.1	差错控制系统及纠错码分类	(180)
7.2.2	卷积编码算法及原理	(182)
7.2.3	删除卷积码	(185)
7.3	BCH 码	(186)
7.3.1	BCH 码	(186)
7.3.2	RS 码	(187)
7.3.3	级联码	(187)
7.3.4	Turbo 码	(188)
7.3.5	LDPC 码	(193)
7.3.6	分组级前向纠错码	(194)
7.4	卫星通信扩频传输技术	(199)
7.4.1	直接序列系统	(199)
7.4.2	频率跳变系统	(200)
7.4.3	时间跳变系统	(201)
7.4.4	混合扩频通信系统	(201)
	参考文献	(203)
第8章 卫星链路		(204)
8.1	引言	(204)
8.2	链路预算基本概念	(204)
8.2.1	有效全向辐射功率	(204)

8.2.2	各种传输损耗	(205)
8.2.3	系统噪声	(206)
8.3	链路预算方程	(209)
8.3.1	上行链路	(209)
8.3.2	下行链路	(211)
8.3.3	降雨的影响	(212)
8.3.4	合成的上行链路和下行链路载噪比	(213)
8.3.5	互调噪声	(214)
8.4	卫星链路设计	(214)
8.4.1	卫星通信系统线路设计步骤	(215)
8.4.2	模拟卫星通信线路的设计与计算	(215)
8.4.3	TDMA 数字卫星通信线路的设计与计算	(218)
	参考文献	(219)
第 9 章	卫星通信干扰分析	(220)
9.1	卫星通信面临的干扰威胁	(220)
9.1.1	卫星通信系统干扰特性	(220)
9.1.2	干扰卫星通信的几种形式	(220)
9.1.3	干扰信号样式	(222)
9.1.4	干扰强度	(224)
9.2	干扰对卫星传输信号质量的影响	(225)
9.2.1	载波噪声干扰功率比	(226)
9.2.2	邻近卫星干扰	(227)
9.2.3	地面微波干扰	(230)
9.2.4	正交极化干扰	(231)
9.2.5	邻道干扰	(233)
9.2.6	码间干扰	(233)
9.3	透明转发器的非线性特性	(234)
9.3.1	透明转发器的 AM-AM、AM-PM 效应和互调分量	(234)
9.3.2	透明转发器的功率掠夺效应	(237)
9.3.3	干扰条件下非线性的影响	(238)
9.4	卫星通信系统抗干扰性能	(240)
9.4.1	传输性能分析	(240)
9.4.2	抗干扰性能分析	(241)
9.5	提高卫星通信抗干扰能力的措施	(244)
9.5.1	透明转发器抗干扰技术措施	(244)
9.5.2	透明转发器系统可调整参数	(249)
9.5.3	基于 OBP 的卫星系统宽带跳频技术	(250)
9.5.4	基于 OBP 的卫星系统 DS 技术	(251)
9.5.5	采用高通信频段	(252)
	参考文献	(252)

第 10 章 卫星通信多址接入技术	(253)
10.1 引言.....	(253)
10.2 多址连接的基本概念.....	(253)
10.3 频分多址方式.....	(254)
10.3.1 每载波多路信道的 FDMA.....	(255)
10.3.2 每载波单路信道的 FDMA.....	(256)
10.3.3 卫星交换 FDMA.....	(257)
10.3.4 FDMA 方式的主要优缺点.....	(258)
10.3.5 FDMA 在卫星移动通信中的应用.....	(259)
10.4 时分多址.....	(259)
10.4.1 时分多址接入方式的基本介绍.....	(259)
10.4.2 卫星交换 TDMA.....	(261)
10.4.3 多载波 TDMA.....	(263)
10.4.4 TDMA 在卫星移动通信系统的应用.....	(264)
10.5 码分多址.....	(265)
10.5.1 码分多址接入方式的基本原理.....	(265)
10.5.2 直接序列扩频 CDMA.....	(266)
10.5.3 调频扩频 CDMA.....	(267)
10.5.4 CDMA 在卫星移动通信系统中的应用.....	(268)
10.6 随机多址和可控多址接入方式.....	(268)
10.6.1 随机多址接入方式.....	(269)
10.6.2 可控多址接入方式.....	(271)
10.7 信道分配技术.....	(272)
10.7.1 固定分配方式.....	(273)
10.7.2 按需分配方式.....	(273)
10.7.3 混合分配方式.....	(275)
10.7.4 信道分配的控制方式.....	(278)
参考文献.....	(278)
第 11 章 卫星星座设计	(280)
11.1 引言.....	(280)
11.2 单层星座设计.....	(281)
11.2.1 卫星对地面的覆盖.....	(282)
11.2.2 卫星星座的基本概念和参数.....	(285)
11.2.3 圆极轨道卫星星座.....	(287)
11.2.4 全球覆盖圆轨道卫星星座.....	(290)
11.2.5 地带性覆盖倾斜圆轨道卫星星座.....	(295)
11.2.6 椭圆轨道星座.....	(302)
11.2.7 单层星座存在的问题.....	(304)
11.3 多层星座设计.....	(306)
11.3.1 多层卫星星座的覆盖.....	(306)

11.3.2	多层卫星网络的五向量数学模型	(307)
11.3.3	多层卫星网络的离散化状态处理	(309)
11.3.4	多层卫星网络的连通特性	(311)
11.3.5	多层卫星网络的业务传输特性	(315)
11.3.6	多层星座的稳定性度量函数	(317)
11.3.7	多层卫星网络的稳定分群方法	(319)
11.4	编队飞行卫星群	(321)
11.4.1	编队飞行卫星群的定义	(321)
11.4.2	编队飞行卫星群的发展和应用	(322)
11.4.3	编队飞行卫星群的关键技术	(323)
11.4.4	编队飞行卫星群的轨道设计和队形保持	(324)
	参考文献	(325)
第 12 章	卫星网络技术	(326)
12.1	卫星网络体系结构	(326)
12.2	卫星网络路由技术	(329)
12.2.1	卫星网络路由概述	(329)
12.2.2	LEO 卫星网络路由算法	(329)
12.2.3	LEO 卫星网络的切换路由	(334)
12.2.4	多层星座卫星网络路由	(336)
12.3	卫星网络传输控制	(338)
12.3.1	卫星网络和 TCP/IP 协议的特点	(338)
12.3.2	卫星链路对 TCP 性能的影响	(339)
12.3.3	改善卫星链路影响 TCP 性能的途径	(340)
12.4	卫星网络的移动性管理	(346)
12.4.1	位置管理的基本概念	(346)
12.4.2	移动通信网络中常见的定位过程	(348)
12.4.3	常见的位置数据库结构及其布置	(349)
12.4.4	卫星移动通信系统中的位置管理策略	(351)
12.5	卫星网络中的切换管理	(354)
12.5.1	切换产生的原因和种类	(354)
12.5.2	低轨卫星系统的切换管理	(356)
12.6	网络的控制与信令	(359)
12.6.1	对网络的基本要求	(359)
12.6.2	信令管理	(361)
12.7	星上处理技术	(362)
12.7.1	星上处理转发器	(363)
12.7.2	主要功能与关键技术	(364)
12.8	星上交换技术	(365)
12.8.1	卫星移动通信系统中的交换方式	(365)
12.8.2	三种交换方式	(366)
12.8.3	星载 ATM 交换技术	(369)

参考文献	(371)
第 13 章 卫星通信业务	(372)
13.1 卫星移动通信系统的业务量特点	(372)
13.2 语音业务	(373)
13.3 非语音业务	(377)
13.4 多媒体服务和业务特性	(377)
13.4.1 图像业务和 MPEG 编码	(378)
13.4.2 自相似业务	(379)
13.5 业务模型	(379)
13.5.1 泊松到达	(380)
13.5.2 排队模型	(382)
13.5.3 M/M/S/S 和 M/D/S/S 一般排队模型	(383)
13.5.4 爱尔兰与业务负载	(384)
13.5.5 服务等级	(384)
13.6 UMTS 的业务问题	(385)
13.7 卫星通信的业务问题	(386)
13.7.1 多媒体业务卫星通信的时延抖动分析	(386)
13.7.2 ATM 卫星通信链路中所有 ATM VC 共有的时延抖动	(386)
13.7.3 ATM 卫星通信链路中各 ATM VC 间不同的时延抖动	(386)
参考文献	(387)
第 14 章 卫星数字广播系统	(389)
14.1 概述	(389)
14.1.1 卫星数字广播的特点	(389)
14.1.2 卫星数字广播的制式	(390)
14.1.3 国外卫星数字广播现状	(392)
14.1.4 我国卫星数字广播现状	(393)
14.1.5 卫星数字广播的发展方向	(393)
14.2 卫星数字广播原理	(395)
14.2.1 数字传输系统基本概念	(395)
14.2.2 卫星数字广播系统模型	(395)
14.2.3 数字调制技术	(396)
14.2.4 差错控制编码	(397)
14.3 DVB-S 标准	(398)
14.3.1 DVB-S 系统组成	(398)
14.3.2 MPEG-2 编码和复用	(399)
14.3.3 DVB-S 的复用适配和能量扩散随机化处理	(400)
14.3.4 DVB-S 的信道编码	(401)
14.3.5 DVB-S 的基带成形	(403)
14.3.6 DVB-S 的 QPSK 调制	(404)
14.4 DVB-S2 标准	(405)

14.4.1	DVB-S2 的系统组成及特点	(406)
14.4.2	DVB-S2 的输入适配	(408)
14.4.3	DVB-S2 的前向纠错编码	(410)
14.4.4	DVB-S2 的映射	(417)
14.4.5	DVB-S2 的物理层成帧	(417)
14.4.6	DVB-S2 的调制	(418)
14.4.7	DVB-S2 的后向兼容性	(421)
14.5	DVB-RCS 网络	(422)
14.5.1	DVB-RCS 网络结构	(422)
14.5.2	DVB-RCS 的资源划分	(424)
14.5.3	DVB-RCS 的多址接入方式	(425)
14.5.4	DVB-RCS 的工作流程	(426)
14.6	Digicipher-II 系统	(428)
14.6.1	Digicipher-II 系统概述	(428)
14.6.2	Digicipher-II 的信源编码和复用	(429)
14.6.3	Digicipher-II 的信道编码和调制	(429)
14.7	ABS-S 标准	(430)
14.7.1	ABS-S 系统概述	(430)
14.7.2	ABS-S 的信道编码技术	(431)
14.7.3	ABS-S 的帧结构设计	(432)
14.7.4	ABS-S 的主要技术参数	(432)
14.7.5	ABS-S 的产业化	(433)
	参考文献	(433)
第 15 章	卫星通信系统应用	(435)
15.1	卫星移动通信系统的分类和特点	(435)
15.1.1	卫星移动通信系统的分类	(435)
15.1.2	卫星移动通信系统的特点	(435)
15.2	静止轨道卫星移动通信系统	(436)
15.2.1	Inmarsat 系统	(436)
15.2.2	Thuraya 系统	(440)
15.2.3	AceS 系统	(442)
15.2.4	MSAT 系统	(444)
15.2.5	MobileSat 系统	(445)
15.3	中轨道卫星移动通信系统	(445)
15.3.1	Odyssey 卫星移动通信系统	(446)
15.3.2	ICO 卫星移动通信系统	(448)
15.4	低轨道卫星移动通信系统	(450)
15.4.1	铱星 (Iridium) 系统	(450)
15.4.2	全球星 (Globalstar) 系统	(452)
15.4.3	轨道通信 (Orbcomm) 系统	(455)
15.4.4	Gonets 卫星通信系统	(457)

15.5 宽带多媒体卫星移动通信系统.....	(459)
15.5.1 IPSTAR 宽带多媒体卫星移动系统.....	(459)
15.5.2 AmerHis 宽带多媒体卫星通信系统.....	(461)
15.5.3 WINDS 宽带多媒体卫星通信系统.....	(463)
15.5.4 其他宽带多媒体卫星移动.....	(464)
参考文献.....	(465)