

数字卫星通信

王秉钧 田宝玉 王少勇 编著



中国铁道出版社

33452105

TN927

29

数 字 卫 星 通 信

王秉钧 田宝玉 王少勇 编著

中 国 铁 道 出 版 社

1998年·北京

(京)新登字 063 号

内 容 简 介

数字化、智能化、宽带化、综合化和个人化是现代通信发展的总趋势,九十年代数字卫星通信已成为卫星通信的主要体制。本书在简明扼要地介绍卫星通信基本原理和基本技术的基础上,着重介绍 TDMA、IDR、IBS、VSAT 和移动卫星通信、个人卫星通信等现代卫星通信系统的原理、构成、特点、关键技术系统、设计和应用,并且具体讲述了多种卫星通信系统的各组成部分、组网技术、网络管理、数字网的性能、质量和特点等。

本书内容丰富、取材新颖、理论联系实际。书中提供了许多新的实用的内容和信息,可供从事通信工作及其相关专业的工程技术人员参考,也可供科技工作者、技术管理干部、有关专业师生和广大关心通信技术发展的读者阅读。

图书在版编目 (CIP) 数据

数字卫星通信/王秉钧等编著. —北京:中国铁道出版社, 1997.12
ISBN 7-113-02897-7

I. 数… II. 王… III. 卫星通信:数字通信 IV. TN927

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (98) 第 01417 号

书 名:数字卫星通信

著作责任者:王秉钧 田宝玉 王少勇 编著

出版·发行:中国铁道出版社(100054,北京市宣武区右安门西街8号)

策划编辑:高剑

责任编辑:任军

封面设计:马利

印 刷:北京市燕山联营印刷厂

开 本:787×1092 1/16 印张:25 字数:615 千

版 本:1998年6月第1版 1998年6月第1次印刷

印 数:1—2500 册

书 号:ISBN 7-113-02897-7/TN·109

定 价:39.80 元

版权所有 盗印必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社发行部调换。

前 言

当前,通信技术正处在一个革命性的变革时期,广大通信工作者长期梦寐以求的理想和愿望,即任何人,在任何时候和任何地方都能与世界上任何他人进行通信,不久就会变成现实。在这场伟大的变革中,卫星通信扮演着举足轻重的角色。卫星通信的发展将会开辟全球个人通信的新时代,大大加速信息化社会的进程。

自 60 年代中期卫星通信投入实用以来,已经历了 30 年的发展历程。目前,已有数百颗卫星,数千个转发器在轨运行。80%以上的国际通信业务和几乎 100%的电视转播业务由卫星通信来承担。70 年代卫星通信的发展重点开始转向国内卫星通信,各国国内卫星通信网纷纷出现。80 年代 VSAT 卫星通信的诞生,带动了各种专用卫星通信网的飞速发展,将卫星通信的应用推向空前普及。90 年代,中、低轨道移动卫星通信又取得了长足的发展。今后 5 年内,全球将发射 1000 多颗商用通信卫星。1998~2002 年将建成至少 5 个全球移动卫星通信系统,商用卫星通信将进入鼎盛时期。卫星通信将成为人们普遍采用的通信手段,卫星通信业务将带来空前的繁荣。

铁路是国民经济的大动脉,随着经济建设的飞速发展,迫切需要一个高质量、高可靠性、机动灵活的铁路通信网,以提高铁路运输的效率和管理水平,卫星通信是构成铁路专用网最理想的手段之一。

当前,数字卫星通信已成为卫星通信的主要体制。本书将在扼要介绍卫星通信基本原理和基本技术的基础上,着重介绍目前应用最广泛、最有发展前途、代表发展方向的几种卫星通信方式,即 TDMA、IDR、IBS、VSAT、移动卫星通信和个人卫星通信等现代卫星通信系统的原理、构成、特点、关键技术、实施方案、系统设计和应用等内容。

本书共分十三章,第一、二、三、四、五章主要讨论卫星通信的基本原理、基本技术,属于卫星通信的基本性内容,一般读者可以从中获得一个比较完整的概念。但对传统性内容尽量简明扼要,便于阅读,而对其中最近几年发展较快的一些新技术,如语音压缩编码、调制解调、新型纠错技术、频分/时分多址技术等也相应增加了内容。第六、七、八章主要讨论卫星通信线路设计、卫星网组网技术及系统性能标准和测试等,主要为从事卫星通信工程设计、建网、组网、维护、测试等工程技术人员需要而编写的。第九、十、十一、十二、十三章则比较全面、系统地讨论几个实用的现代数字卫星通信系统。需要说明的是,IDR 是 INTELSAT 系统信道由模拟向数字化过渡的一条重要途径,其主要服务对象是为公共交换网提供便宜的数字化卫星电路。无论在国际卫星通信,还是在国内卫星通信,发展均十分迅速,应用也很普遍。第十二、十三两章介绍的内容是 20 世纪 90 年代和 21 世纪初卫星通信发展的重点和主要方向,安排了比较多的篇幅作较全面、系统地介绍。但应指出,VSAT 比较成熟和普及,而移动卫星通信和个人卫星通信系统,大部分尚在研制、开发阶段,实施过程中具体方案和参数等都可能变化,因此,有些内容和提法难免疏漏和不当,敬请读者指正。

本书主要是为从事通信工作及其他相近专业的工程技术人员、科技工作者、管理干部、有

关专业师生和卫星通信用户以及关心通信技术发展的读者编写的。全书以概念、具体系统和技术为重点,深入浅出,尽量少用繁杂的数学,力求实用性、系统性和方向性,以便读者阅读和自学。

本书由王秉钧主编并编写第一、二、三、六、十二、十三各章,田宝玉编写第四、七、八、九各章,王少勇编写第五、十、十一各章。全书由王秉钧统编、审稿、修改和定稿。此外,韩敏、杨磊、杨晋生等同志以及研究生杨秀峰、李向吉、张明、姚峻、张哲浩、寇力钺等均参加了本书的编写工作。

在本书编写过程中还得到了蒋同泽、吴慕龙、李承恕、刘耀东、金万超等专家、教授的大力支持和热情帮助,在此,一并深表感谢。

由于编者水平所限,书中难免存在遗漏和错误,恳请读者批评指正。

作 者

1997年6月

目 录

第一章 绪 论	1
1.1 卫星通信的基本概念	1
1.2 静止卫星通信的特点	5
1.3 卫星通信系统的组成	6
1.4 数字卫星通信的优点和主要技术	8
1.5 卫星通信工作频段及电波传播特点	12
第二章 通信卫星	18
2.1 卫星种类	18
2.2 卫星轨道	21
2.3 通信卫星的覆盖	31
2.4 通信卫星的组成	38
2.5 通信卫星新技术	44
第三章 卫星通信地球站	52
3.1 地球站的分类、组成及性能要求	52
3.2 天线馈线分系统	56
3.3 发射分系统	60
3.4 接收分系统	64
3.5 伺服跟踪分系统	68
3.6 电源分系统	72
3.7 回波抵消设备	75
3.8 地球站站址的选择和布局	75
第四章 数字卫星通信信号传输技术	80
4.1 语音压缩编码	80
4.2 数字信号调制技术	93
4.3 差错控制与扰码	104
4.4 数字复接技术	118
第五章 卫星通信基本多址技术概论	125
5.1 概 述	125

5.2	频分多址(FDMA)方式	127
5.3	时分多址(TDMA)方式	140
5.4	频分多址—时分多址(FDMA—TDMA)	143
5.5	卫星交换—时分多址(SS—TDMA)	143
5.6	码分多址(CDMA)方式	144
5.7	ALOHA 方式	145
5.8	几种常用多址方式的比较	149
第六章	数字卫星通信系统线路的设计与计算	151
6.1	概 述	151
6.2	卫星通信线路载波功率的计算	154
6.3	卫星通信线路噪声功率的计算	155
6.4	卫星通信线路载波功率与噪声功率比	158
6.5	数字卫星通信线路设计	164
6.6	卫星通信系统总体设计的一般程序	176
第七章	卫星通信组网技术	178
7.1	卫星发射与测控	178
7.2	网络建立与入网验证	181
7.3	网络监控与管理	188
7.4	地面接口技术	193
第八章	数字网的性能及其标准	200
8.1	概 述	200
8.2	误码性能	201
8.3	定时抖动	206
8.4	时钟滑动	212
8.5	传输延迟	215
第九章	时分多址(TDMA)系统	217
9.1	概 述	217
9.2	TDMA 的帧结构	218
9.3	捕捉与同步	223
9.4	TDMA 的网络管理功能	227
9.5	数字话音内插(DSI)	228
9.6	TDMA 终端设备	231
9.7	卫星交换时分多址(SS—TDMA)系统	234

第十章 IDR 系统	243
10.1 概 述	243
10.2 IDR 方式的特点	244
10.3 IDR 的主要技术特性	245
10.4 转发器容量	254
10.5 IDR 载波的实现	254
10.6 具有低速率编码(LRE)的 512kb/s IDR 系统	260
10.7 数字电路倍增设备(DCME)	265
第十一章 IBS 系统	273
11.1 概 述	273
11.2 IBS 网络组成	274
11.3 IBS 业务类型与应用	279
11.4 网络拓扑	283
11.5 数据网的分层结构	284
第十二章 VSAT 卫星通信网	291
12.1 VSAT 卫星通信网的基本概念及特点	291
12.2 VSAT 网的组成及工作原理	293
12.3 VSAT 分类及特点	296
12.4 VSAT 业务类型及典型应用	299
12.5 VSAT 网络结构及组网形式	301
12.6 VSAT 网络体系结构	305
12.7 VSAT 数据网多址协议	313
12.8 VSAT 系统信号传输技术	316
12.9 VSAT 话音通信网	319
12.10 VSAT 网中的网络管理	322
12.11 VSAT 网主要通信体制及典型网络类型	325
12.12 VSAT 网系统设计	328
第十三章 移动卫星通信和个人卫星通信系统	334
13.1 概 述	334
13.2 海事卫星通信系统(INMARSAT)	343
13.3 陆地移动卫星通信系统	355
13.4 低轨道移动卫星通信系统	367
13.5 中轨道移动卫星通信系统	385
主要参考文献	390

第一章 绪 论

1.1 卫星通信的基本概念

1.1.1 卫星通信的定义

卫星通信,是指利用人造地球卫星作为中继站转发或反射无线电信号,在两个或多个地球站之间进行的通信。这里地球站是指设在地球表面(包括地面、海洋和大气中)上的无线电通信站。而用于实现通信目的的这种人造卫星叫作通信卫星。如图 1.1.1 所示。卫星通信实际上就是利用通信卫星作为中继站的一种特殊的微波中继通信方式。

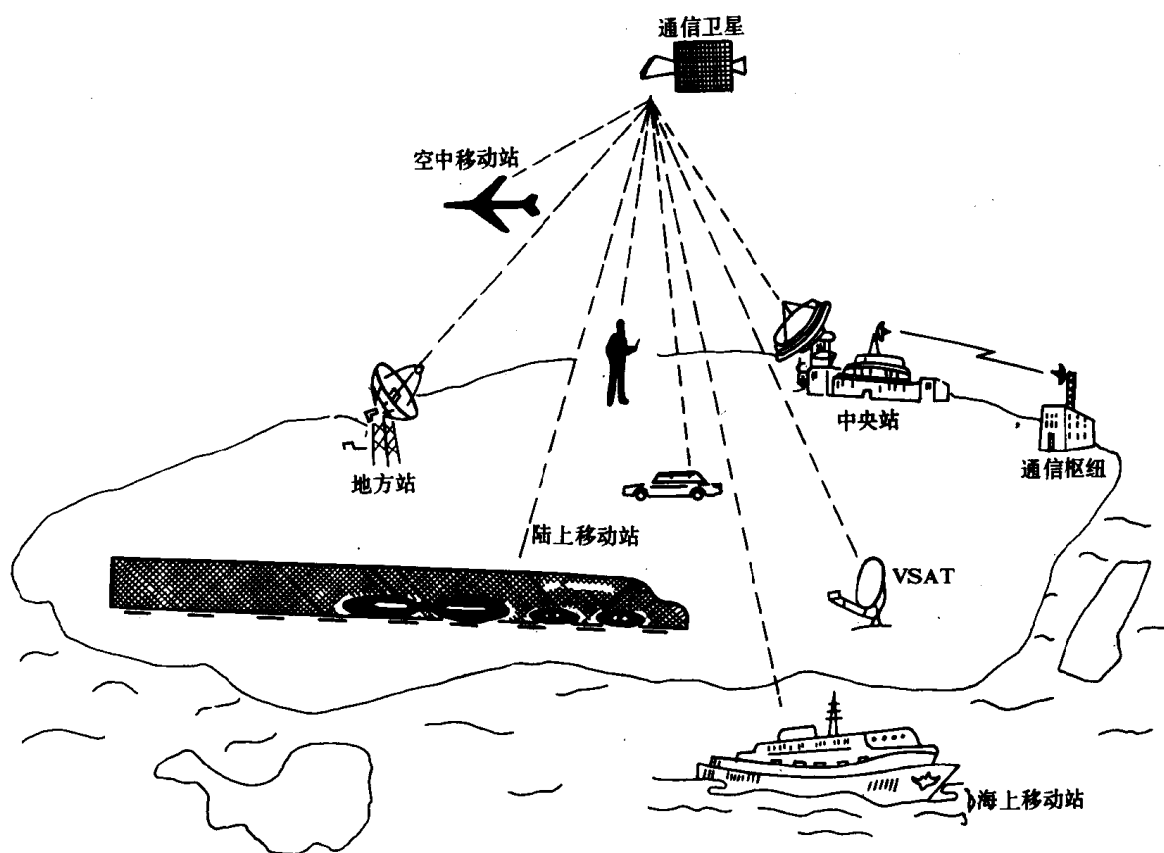


图 1.1.1 卫星通信示意图

卫星通信是宇宙无线电通信的形式之一。通常,把以宇宙飞行体为对象的无线电通信统称为宇宙通信,但按照国际电联的规定,它正式称为宇宙无线电通信。共同进行宇宙无线电通信的一组宇宙站和地球站叫做宇宙系统。这里宇宙站是指设在地球大气层之外的宇宙飞行体(如人造通信卫星、宇宙飞船等)或其他天体(如月球或别的行星)上的通信站。宇宙通信有三种基本形式,如图 1.1.2 所示。

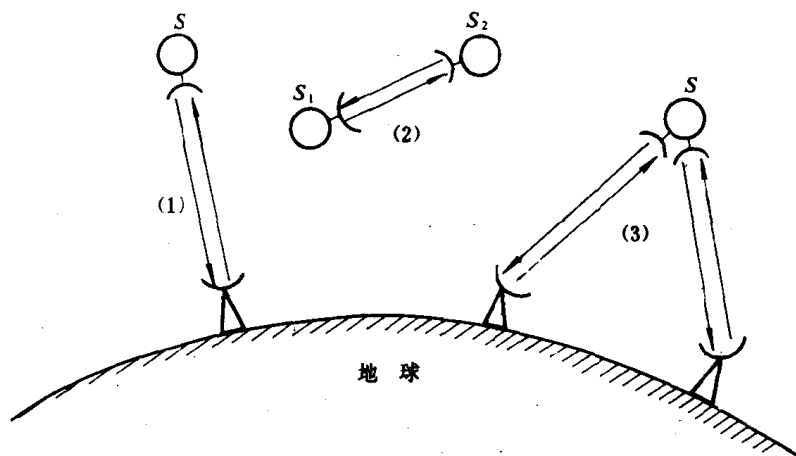


图 1.1.2 宇宙无线电通信的三种基本形式

- (1)地球站与宇宙站之间的通信；
- (2)宇宙站之间的通信；
- (3)通过宇宙站的转发或反射进行的地球站之间的通信。

这里,第三种通信方式通常称为卫星通信。当卫星是静止卫星时称为静止卫星通信。利用卫星来传输电视时,常称为宇宙转播或卫星转播。

图 1.1.2 中,三种基本形式的组合形成了各种星间通信系统,如图 1.1.3 所示。按卫星轨道分,星间通信大致可分为以下几种形式:

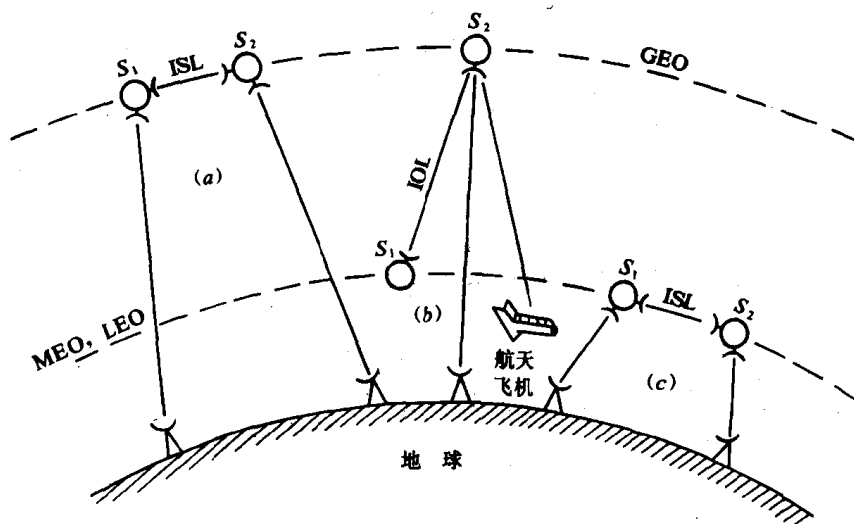


图 1.1.3 星间通信形式

- (a)静止轨道间(GEO—GEO)的星间通信；
- (b)静止轨道与低、中轨道移动卫星、宇宙平台等飞行器间(GEO—LEO,GEO—MEO)的星间通信；
- (c)静止轨道以外的多个宇宙飞行器间的星间通信。

一般称同轨道卫星间的线路为星间链路——ISL(Inter Satellite Links),而不同轨道宇宙

站间的线路称为星际链路——IOL(Inter Orbit Links)。

美国休斯通信公司正在开发的 SPACEWAY 毫米波全球卫星通信系统是利用静止轨道星间链路的典型例子。而美国摩托罗拉公司提出的“铱”系统是利用低轨道星间通信链路连接,构成全球通信网的典型实例。跟踪与数据中继卫星系统(TDRSS)是最具代表性的使用 IOL 的星间通信系统。其中航天飞机或低轨道卫星同地面之间保持连续通信的途径之一是以两颗跟踪和数据中继卫星(TDRS)作为中继站,在航天飞机或低轨道卫星和地面站之间建立的通信。

1.1.2 静止卫星通信

目前,绝大多数通信卫星是地球同步卫星(静止卫星)。这种卫星的运行轨道是赤道平面内的圆形轨道,距地面约 36000km。它运行的方向与地球自转的方向相同,绕地球旋转一周的时间,即公转周期恰好是 24h,和地球的自转周期相等,从地球上看去,如同静止一般,故叫静止卫星。静止卫星并不是说卫星真的静止不动,而是与地球同步运行,故又叫同步卫星。由静止卫星作中继站组成的通信系统称为静止卫星通信系统或称同步卫星通信系统。

图 1.1.4 是静止卫星与地球相对位置的示意图。从卫星向地球引两条切线,切线夹角为 17.34° 。两切点间弧线距离为 18101km。可见在这个卫星电波波束覆盖区的地球站均可通过该卫星来实现通信。若以 120° 的等间隔在静止轨道上配置三颗卫星,则地球表面除了两极区未被卫星波束覆盖外,其他区域均在覆盖范围之内,而且其中部分区域为两个静止卫星波束的重叠地区,因此借助于在重叠区内地球站的中继(称之为双跳),可以实现在不同卫星覆盖区内地球站之间的通信。由此可见,只要用三颗等间隔配置的静止卫星就可以实现全球通信,这一特点是任何其他通信方式所不具备的。目前国际卫星通信组织负责建立的国际卫星通信系统(INTELSAT),简称 IS,就是利用静止卫星来实现全球通信的。静止卫星所处的位置分别在太平洋、印度洋和大西洋上空。它们构成的全球通信网承担着绝大部分的国际通信业务和全部国际电视转播。

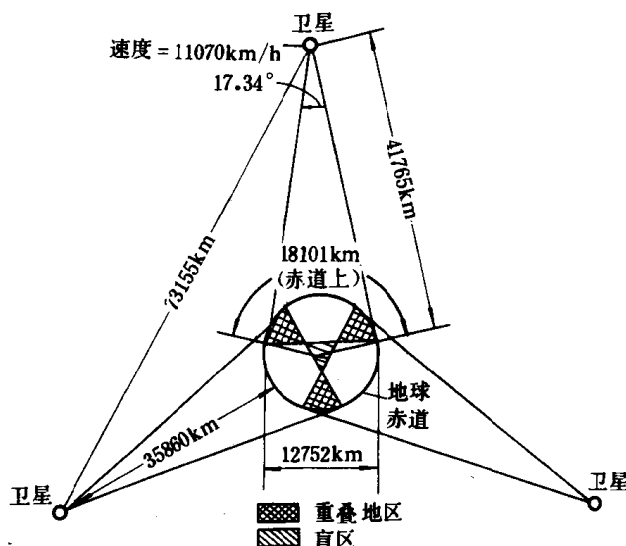


图 1.1.4 静止卫星配置的几何关系

除了上述能覆盖 $1/3$ 地球表面的全球波束(又叫覆球波束)之外,对于固定卫星业务和陆地卫星业务,事实上只要保证覆盖陆地即可,没有必要覆盖海洋。对于区域通信或国内通信,也只要求卫星能覆盖特定地区。因此,可以根据特定业务的需要来设计卫星天线,因而出现了半球波束、区域波束、国内波束、点波束以及形形色色的覆盖特定区域的成形波束,如图 1.1.5 所示。这样的波束较全球波束窄,可以提高卫星的有效辐射功率,因而增加系统容量。或者说,在系统容量不变的情况下,可减小地球站天线口径,因而增加地球站的机动性和灵活性,使地球站更加接近用户或直接装于用户处,从而缩短或取消地球站与用户之间的引接电路。此外,利用点波束在地理位置上的分割、扫描等还可实现空分多址、频率再用以及其他特殊用途。这将在以后几章再详细讨论。

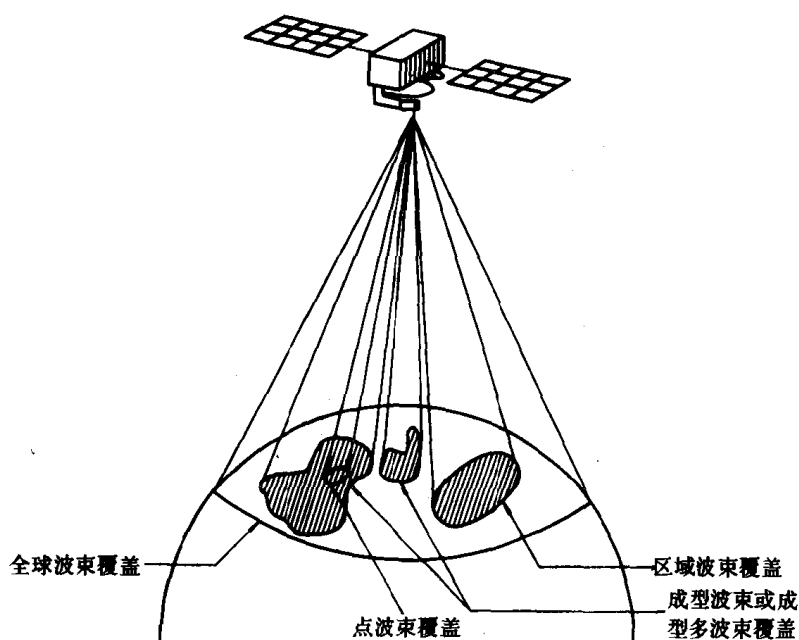
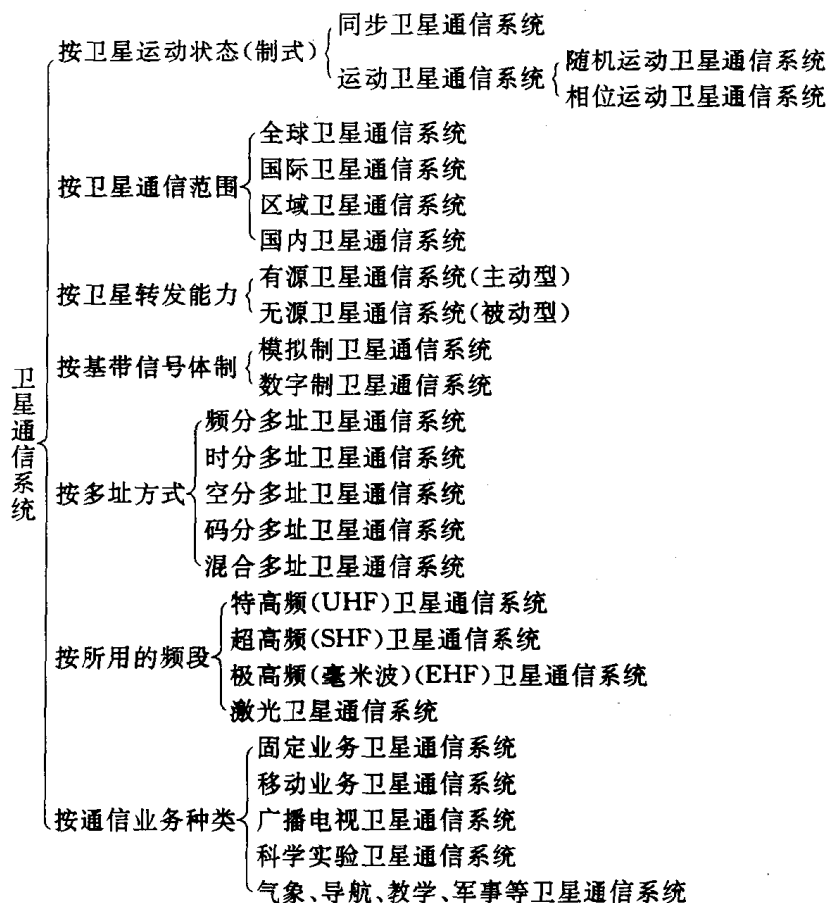


图 1.1.5 几种常见波束覆盖区域示意图

1.1.3 卫星通信系统分类

卫星通信系统的分类方法很多,可以按照卫星的运动状态,卫星的通信范围,卫星的转发能力,基带信号的体制,多址方式,通信业务种类以及卫星通信所用的频段不同来区分。典型的分类方法如下:



按照通信卫星的轨道和相对于地球的运动状态分,有同步卫星通信系统和运动卫星通信系统之分。后者又有随机和相位卫星通信系统之分。

按照通信卫星的结构或转发无线电信号的能力,卫星通信系统可分为有能量放大作用的有源卫星通信系统或叫主动卫星通信系统,以及只起反射无线电波作用的无源卫星通信或叫被动卫星通信系统。

按照通信业务种类和用途,还可分为电话、电报、传真、数据传输和电视转播等综合业务卫星通信系统、电视转播卫星通信系统、宇宙研究探测卫星通信系统、气象卫星通信系统、导航卫星通信系统、教学电视卫星通信系统以及军事卫星通信系统等。

总之,卫星通信系统可以有很多种分法,但无论怎样划分,都离不开卫星通信的性质、用途和特点。如果将以上划分综合起来,便可较全面地描绘出某一具体的卫星通信系统的特征来。

1.2 静止卫星通信的特点

1.2.1 与其他通信手段相比的主要优点

1. 通信距离远,且费用与通信距离无关。由图 1.1.4 可见,利用静止卫星,最大通信距离达 18000km 左右。而且建站费用和运行费用不因通信站之间的距离远近及两站之间地面上的自然条件恶劣程度而变化。这在远距离通信上,比地面微波中继、电缆、光缆、短波通信等有明显的优势。除了国际通信外,在国内或区域通信中,尤其对边远的城市、农村和交通、经济不发达的地区,卫星通信是极其有效的现代通信手段。

2. 覆盖面积大,可进行多址通信。许多其他类型的通信手段,通常只能实现点对点通信。例如地面微波中继线路只有干线或分支线路上的中继站方能参与通信,不在这条线上的点就无法利用它进行通信。而卫星通信由于是大面积覆盖,在卫星天线波束覆盖的整个区域内的任何一点都可设置地球站,这些地球站可共用一颗通信卫星来实现双边或多边通信,即进行多址通信。

由于卫星覆盖区域很大,而且在这个范围内的地球站基本上不受地理条件或通信对象的限制,有一颗在轨道上的卫星,就相当于在全国铺设了可以通过任何一点的无形的电路,因此使通信线路具有很大的灵活性。

3. 通信频带宽、传输容量大,适于多种业务传输。由于卫星通信使用微波频段,信号所用带宽和传输容量要比其他频段大得多。目前,卫星带宽可达 500~1000MHz 以上。一颗卫星的容量可达数千路以至上万路电话,并可传输高分辨力的照片和其他信息。

4. 通信线路稳定可靠,通信质量高。卫星通信的电波主要是在大气层以外的宇宙空间传输,而宇宙空间是接近真空状态的,可看做是均匀介质,电波传播比较稳定。同时它不受地形、地物如丘陵、沙漠、丛林、沼泽地等自然条件影响,且不易受自然或人为干扰以及通信距离变化的影响,故通信稳定可靠,传输质量高。

5. 通信电路灵活。地面微波通信要考虑地势情况,要避开高空遮挡,在高空中、海洋上都不能实现通信,而卫星通信解决了这个问题,具有较大的灵活性。

6. 机动性好。卫星通信不仅能作为大型地球站之间的远距离通信干线,而且可以为车载、船载、地面小型机动终端以及个人终端提供通信,能够根据需要迅速建立同各个方向的通信联络,能在短时间内将通信网延伸至新的区域,或者使设施遭到破坏的地域迅速恢复通信。

7. 可以自发自收进行监测。当收发端地球站处于同一覆盖区域内时,本站同样收到自己发出的信号,从而可以监视本站所发消息是否正确传输,以及传输质量的优劣。

由于卫星通信具有上述这些突出的优点,从而获得了迅速的发展,成为强有力的现代化通信手段之一,应用范围极其广泛,不仅用于传输语音、电报、数据等,而且由于卫星所具有的广播特性,它也特别适用于广播电视节目的传送。

1.2.2 静止卫星通信存在的某些不足

1. 两极地区为通信盲区,高纬度地区通信效果不好。

2. 卫星发射和控制技术比较复杂。

3. 存在日凌中断和星蚀现象。即每年春分和秋分前后数日,太阳、卫星和地球共处一条直线上,当卫星处在太阳和地球之间时,地球站天线对准卫星的同时,也会对准太阳,这时因太阳干扰太强,每天有几分钟的通信中断。这种现象通常称为日凌中断。而当卫星进入地球阴影区时,造成了卫星的日蚀,称作星蚀。在星蚀期间,卫星靠蓄电池供电。由于卫星重量限制,星载电池除维持星体正常运转需要外,难以为各转发器提供充足的电源。

4. 有较大的信号传播延迟和回波干扰。在静止卫星通信系统中,从地球站发射的信号经过卫星转发到另一地球站时,单程传播时间约为 0.27s 。进行双向通信时,一问一答往返传播延迟约为 0.54s ,通话时给人一种不自然的感觉。此外,如果不采取特殊措施,由于混合线圈不平衡等因素还会产生“回波干扰”,即发话者 0.54s 以后会听到反射回来自己的讲话回声,成为一种干扰。这是卫星通信的明显缺点。为了消除或抑制回波干扰,地球站要增设回波抵消或抑制设备。

1.3 卫星通信系统的组成

卫星通信系统由空间分系统、通信地球站、跟踪遥测及指令分系统和监控管理分系统等四大功能部分组成,如图 1.3.1 所示。其中跟踪遥测及指令分系统对卫星进行跟踪测量,控制其

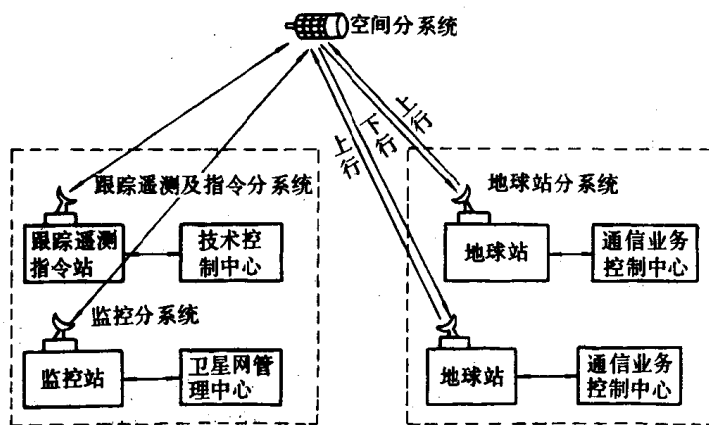


图 1.3.1 卫星通信系统的基本组成

准确进入静止轨道上的指定位置,并对在轨卫星的轨道、位置及姿态进行监视和校正。监控管理分系统对在轨卫星的通信性能及参数进行业务开通前的监测和业务开通后的例行监测、控制,以便保证通信卫星的正常运行和工作。空间分系统是指通信卫星,主要由天线分系统、通信分系统(转发器)、遥测与指令分系统、控制分系统和电源分系统等组成。各部分的功能下边再作介绍。地面跟踪遥测及指令分系统、监控管理分系统与空间相应的遥测与指令分系统、控制分系统并不直接用于进行通信,而是用来保障通信的正常进行。

一个卫星通信系统包括许多通信地球站。由发端地球站、上行线传播路径、卫星转发器、下行线传播路径和收端地球站组成卫星通信线路,直接用于进行通信。其构成框图如图 1.3.2 所示。

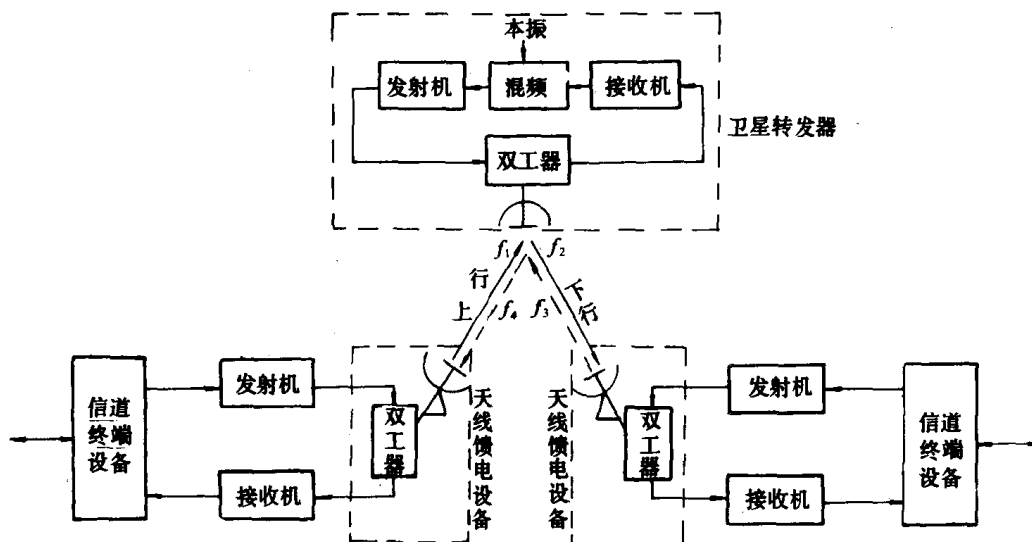


图 1.3.2 卫星通信线路的基本组成

1.3.1 卫星转发器

通信卫星是一个设在空中的微波中继站,卫星中的通信系统称为卫星转发器,其主要功能是:收到地面发来的信号后(称为上行信号),进行低噪声放大,然后混频,混频后的信号再进行功率放大,然后发射回地面(这时的信号称作下行信号)。卫星通信中,上行信号和下行信号频率是不同的,这是为了避免在卫星通信天线中产生同频率信号干扰。

一个通信卫星往往有多个转发器,每个转发器被分配在某一工作频段中,并根据所使用的天线覆盖区域,租用或分配给处在覆盖区域的卫星通信用户。

1.3.2 通信地球站

通信地球站由天线馈线设备、发射设备、接收设备、信道终端设备等组成。

1. 天线馈线设备

天线是一种定向辐射和接收电磁波的装置。它把发射机输出的信号辐射给卫星,同时把卫星发来的电磁波收集起来送到接收设备。收发支路主要是靠馈源设备中的双工器来分离的。

根据地球站的功能,天线口径可大到 32m,也可小到 1m 或更小。大天线一般要有跟踪伺服系统,以确保天线始终对准卫星。小天线一般采用手动跟踪。

2. 发射设备

发射设备是将信道终端设备输出的中频信号(一般的中频频率是 $70\text{MHz} \pm 18\text{MHz}$)变换成射频信号(C 频段中是 6GHz 左右),并把这一信号的功率放大到一定值。功率放大器可以是单载波工作,也可以多载波工作,输出功率可以从数瓦到数千瓦。

业务量大的大型地球站常采用速调管功率放大器,输出功率可达 3000W。中型地球站常采用行波管功率放大器,功率等级在 100~400W,随着微波集成电路技术的发展,固态砷化镓场效应管放大器(又称固态功放)在小型地球站中被广泛地采用,功率等级从 0.25~125W 不等。如:TES 地球站属小型地球站,采用了 10W、20W 两种固态功率放大器,其固态功放设备很小,可直接放在天线的馈源中心筒里。

3. 接收设备

接收设备的任务是,把接收到的极其微弱的卫星转发信号首先进行低噪声放大(对 4GHz 左右的信号进行放大,而放大器本身引入的噪声很小),然后变频到中频信号(一般的中频为 $70\text{MHz} \pm 18\text{MHz}$),供信道终端设备进行解调及其他处理。

早期的大型站常采用冷参量放大器做为低噪声放大器,噪声温度低到 20K;中等规模的地球站常采用常温参量放大器做为低噪声放大器,噪声温度低到 55K;小型的地球站大都采用砷化镓场效应管放大器,噪声温度在 40~80K 不等。

4. 信道终端设备

对发送支路来讲,信道终端的基本任务是将用户设备(电话、电话交换机、计算机、传真机等)通过传输线接口输入的的信号加以处理,使之变成适合卫星信道传输的信号形式。对接收支路来讲,则进行与发送支路相反的处理,将接收设备送来的信号恢复成用户的信号。

对用户信号的处理,可包括模拟信号数字化、信源编码/解码、信道编码/解码、中频信号的调制/解调等。目前有各种卫星通信系统,各种通信系统的主要特点主要集中在信道终端设备所采用的技术上。

1.4 数字卫星通信的优点和主要技术

1.4.1 数字卫星通信的优点

卫星通信发展的早期,通信量不是很大,为了利用地面微波中继的成熟技术,模拟信号传输及调频技术得到广泛应用。随着对卫星通信容量的要求迅速增长,数字卫星通信技术已很快发展起来。

与模拟卫星通信相比,数字卫星通信具有如下主要优点:

1. 多址联接能增大传输容量。卫星转发器的传输容量取决于发射机高功率放大器(HPA)的输出功率。在模拟调频方式中,采用频分多址(FDMA)方式,转发器同时放大多个载波,为了减小因特性曲线的非线性而产生的互调干扰,就必须降低放大器的输入和输出功率,因而传输容量必然小。

在数字卫星通信方式中,一般采用时分多址(TDMA)方式,单载波工作不会产生互调干扰,HPA 可工作在饱和区,所以传输容量就能加大。

2. 可更有效地利用空间段资源。卫星转发器功率效率高,空间段费用经济。

3. 时分多址(TDMA)或中数据速率(IDR)载波系统可以与低速率编码(LRE)及数字话音内插(DSI)结合使用获得高增益电路倍增,从而大大提高了信道利用率和系统容量。

4. 抗干扰能力强。当载波干扰比在 20~30dB 范围内时,数字系统即能提供优良的性能,而模拟 FDM-FM 系统往往要求高得多的载波干扰比。

5. 和等效的模拟系统相比可改善端到端的质量和性能。

6. 可改善设备可靠性且易于维护。

7. 便于同综合业务数字网(ISDN)配合工作。由于数据、电话、传真、会议电视等各种业务迅速发展,地面通信网正向数字化发展。数字化后,各种信源信息都转换为统一的数字比特流。它与源信息是彩色电视或模拟话音还是数字数据无关。数字卫星通信可以容纳各种业务,而且可以和地面网连接。

8. 便于提供新业务。随着数字技术、计算机和各种新器件的出现,产生了一些用模拟方法不能实现的新业务,如计算机通信、各种服务预定系统和银行数据转移等。

9. 每个支路的电路费用较低。
10. 具有高度的灵活性,可适应话音业务和信息速率范围很广(如从 64kb/s~44.736Mb/s)的数据业务的需要。
11. 能够把传输速率不同的信号进行复接和多址连接。两种国际复接体制可以兼容,即

2.048	8.448	34.368Mb/s
1.544	6.312	44.736Mb/s
- 30 路 64kb/s 信道(2.048Mb/s 群信号)代表基群接口等级,但可以互连到 24 路 64kb/s 信道(1.544Mb/s T1 群信号)。
12. 按照 CCITT 建议的数字分级标准可以数字透明地通过卫星/地面链路。
13. IDR 载波工作在二次群和三次群地面数字等级,在地球站可不用昂贵的多路复接设备。
14. 便于进行纠错控制和加密。
15. 便于利用大规模集成电路及其他先进技术。
16. 利用数字通信技术后,“空中交换台”——具有很强信号处理能力的再生式卫星成为可行。另外,多波束星上交换工作也成为可能。
17. 可以采用数字处理压缩频带,提高传输效率。
18. 可以采用数字处理的回波抵消技术消除因静止卫星通信长时延造成的回波干扰。
19. 与地面微波、电缆和光纤系统可实现低成本直接互连。采用数字编码后,卫星地球站与地面微波、电缆、光纤线路之间的常用接口比使用模拟信号时简单的多。
20. 传输质量几乎与距离及网络布局无关。在多跨距线路中,多段接续、信号再生和信号处理都不会降低数字信号的质量。而在模拟系统中,噪声是要积累的(在非再生式卫星系统中,上行线路噪声和下行线路噪声是相加的)。

1.4.2 数字卫星通信的主要技术

包括数字卫星通信在内的各种数字通信系统虽然千差万别,但归纳起来,可用图 1.4.1 所示的典型数字通信系统模型来概括。

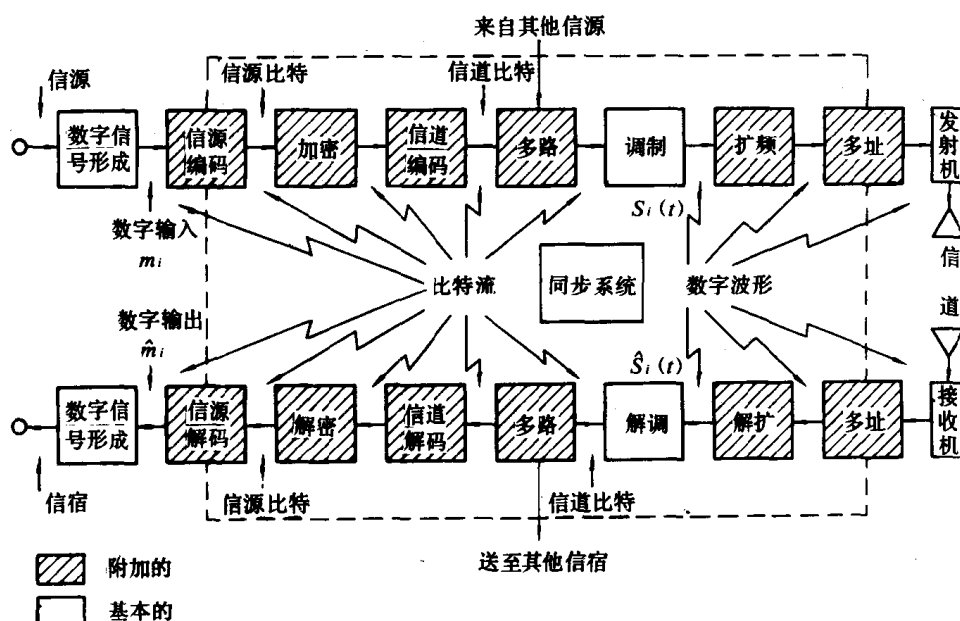


图 1.4.1 典型数字通信系统