

电子与通信工程



系列教材

卫星数字通信网络技术

下 册

陈功富 王永建 编著

哈尔滨工业大学出版社

卫星数字通信网络技术

(下 册)

陈功富 王永建 编著

哈尔滨工业大学出版社

·哈尔滨·

内 容 简 介

《卫星数字通信网络技术》一书分上册(基础篇)和下册(应用篇)出版。本书以数字化、智能化、宽带化、网络化和个性化及综合多媒体信号等特点来组织内容,全面而新颖。上册为基础篇(1~9章),主要介绍通信卫星的各种主要组成部件功能、频道特点、各类编码方案(FEC、ARQ、TCM、TOPCM、DPCM、ADPCM、DM、PC等),各类复接技术;多址技术(TMDA、CDMA、FDMA、SDMA/SS/TDMA等);SCPC和MCPC分配方式,各类调制技术(BPSK、QPSK、MPSK、MSK等);移动地面网与数字卫星网的互联(LAN/MAN互联,与B-ISDN互联,与PDN互联,与PSTN互联,与PLMAN互联)及接口等;VSAT技术;线路计算方法与设计等;下册为应用篇(10~15章),重点介绍新技术应用,ISR系统和IBS系统等卫星新业务;卫星直播业务DBS和DVB系统;移动卫星通信系统和个人移动卫星通信系统;Internet网、CATV网与卫星通信网的互联;TCP/IP在卫星网中的新技术;天地一体化综合业务服务的三维立体卫星网各类方案等。并给出国际国内著名系统的结构特点与指标参数,新开发的新技术等。并对未来发展前景给以综述。

本书既有基础理论,又有新技术应用,适合电子与通信工程类、雷达、遥测遥控等专业的广大师生及科技人员学习与使用,也可作相关专业的教材或参考书。

图书在版编目(CIP)数据

卫星数字通信网络技术.下/陈功富,王永建编
著. —哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,2001.9
高等院校电子与通信系列教材
ISBN 7-5603-1625-5

I.卫... II.①陈...②王... III.卫星通信系统:
数字通信系统—高等学校—教材 IV.TN927

中国版本图书馆CIP数据核字(2001)第062115号

出版发行 哈尔滨工业大学出版社
社 址 哈尔滨市南岗区教化街21号 邮编 150006
传 真 0451-6414749
印 刷 哈尔滨工业大学印刷厂
开 本 787×1092 1/16 印张 35 字数 830千字
版 次 2001年9月第1版 2001年9月第1次印刷
书 号 ISBN 7-5603-1625-5/TN·60
印 数 1~3 000
定 价 (上、下册)50.00元

前 言

21 世纪是计算机网络通信的时代,也是高速信息公路数字化的时代。人们对多媒体信息数字化的需求越来越广泛,如今 Internet 国际互联网的迅猛发展,有线电视 CATV 的普及,各式各样的卫星通信新技术——卫星数字广播电视(DBS 和 DVS)、VSAT、卫星天地一体化综合业务通信网等均为此种需求提供了一定的技术保障。现代的卫星通信网络技术不仅为生活在大都市的人们带来新的信息享受,同时也为生活在边远山区、海岛及广大农村的人们送去了现代科技成果,他们也可以同城市中的居民一样通过卫星广播和综合联网卫星通信收看几十乃至上百个频道的多媒体信息和节目,这一景象在过去是想都想不出来的,而如今都将变为现实。

近年来,世界各国发射了几百颗各种轨道的通信卫星,如 GEO、HEO、MEO 和 LEO 卫星的在轨运行,新频道窗口的开设,加上各种现代卫星通信技术的逐步开发应用及多种通信方式的实现,TDMA、CDMA、IDR、IBS、VSAT 及移动卫星通信和个人卫星通信等业务的开通,为全世界各行各业共享全球多媒体信息开拓了广阔的天地。在给社会、经济、科技、军事和个人带来具大影响的同时,也大大压缩了人们的生活与工作的时空,信息的实时性已为人们带来了显著的社会效益和经济效益。有了现代卫星通信网络,对人们获取信息手段来说如虎添翼。展望不远的将来,卫星网与地面 Internet 网, CATV 网、移动通信网联合对接,实现宽带综合业务服务——W- ISDN。那时,信息源的多样性(上百个电视频道)、实时性(可见到各种实况转播)、多媒体性(即图、文、像综合效果)和随意可选性(电视节目点播 VOD)等特点会展现无遗,人们可以尽情享受信息化社会提供的各种卫星通信方式所带来的愉悦。

本书为读者提供上述现代卫星通信网中所涉及到的各种新理论、新技术(包括 Internet 联入卫星网的新理论、CATV 与卫星数字广播联网技术理论、VAST 新技术理论、卫星移动通信和个人通信技术);同时也给广大专业读者提供了许多新理论和新技术的应用实例。还给出世界先进国家的新技术和新系统的开发、应用运行情况。因此,本书的特点既有基础理论知识,又有新技术应用实例,这对掌握专业理论知识,了解世界新技术发展动向不无益处。

本书按照高等院校教学大纲要求编撰基础篇;同时又以更高的技术视角介绍了世界各国新技术工程应用实例和发展趋势而编撰应用篇。相信对读者定会视野大开,使基础理论更为系统和扎实。

作者 于哈工大
2001 年 9 月

目 录

第二篇 应用篇

第 10 章 VSAT 卫星通信网

§ 10.1 VSAT 卫星通信网的基本概念和特点	(1)
§ 10.2 VSAT 卫星通信网的组成及其工作原理	(3)
10.2.1 VSAT 网组成	(3)
10.2.2 VSAT 网络系统的工作原理	(5)
§ 10.3 VSAT 分类与特点	(7)
§ 10.4 VSAT 业务类型及典型应用	(9)
10.4.1 VSAT 业务类型及其应用	(9)
10.4.2 典型用户的要求	(9)
10.4.3 VSAT 业务性质	(9)
§ 10.5 VSAT 的网络结构及其组网形式	(11)
§ 10.6 VSAT 网络体系结构	(15)
10.6.1 数据 VSAT 网的特点	(15)
10.6.2 用户接口协议	(15)
10.6.3 VSAT 网络体系结构	(16)
10.6.4 卫星时延的补偿	(17)
10.6.5 SNA/SDLC	(19)
10.6.6 VSAT 中 X.25 协议的处理	(22)
10.6.7 局域网互连	(22)
§ 10.7 VSAT 数据网多址协议	(23)
10.7.1 卫星数据网的主要特点	(23)
10.7.2 如何选择多址协议	(24)
§ 10.8 VSAT 系统信号传输技术	(26)
10.8.1 VSA 中的信源编码	(26)
10.8.2 VSAT 中的差错控制	(27)
10.8.3 VSAT 中的调制解调器	(29)
§ 10.9 VSAT 话音通信网	(29)
10.9.1 VSAT 话音通信网	(29)
10.9.2 话音 VSAT 网按需分配的呼叫过程	(29)
§ 10.10 VSAT 网的网络管理	(32)
10.10.1 VSAT 网络管理功能	(32)

10.10.2	VSAT网的网络分类	(32)
§ 10.11	VSAT网主要通信体制及典型网络类型	(35)
10.11.1	如何选择传输体制	(35)
10.11.2	VSAT数据网的传输体制及分类	(35)
10.11.3	VSAT话音网的传输体制	(36)
10.11.4	典型网络类型	(36)
§ 10.12	VSAT网的系统设计	(37)
10.12.1	VSAT网络设计概述	(37)
10.12.2	用户需求分析	(38)
10.12.3	VSAT的总体设计	(39)
10.12.4	VSAT卫星通信网的建设	(41)
第11章 卫星电视广播		
§ 11.1	电视信号的主要特征	(43)
§ 11.2	卫星电视广播	(45)
11.2.1	卫星电视广播系统的主要组成	(45)
11.2.2	如何利用通信卫星转发电视信号	(47)
11.2.3	卫星直播电视	(50)
§ 11.3	MCA制卫星电视	(60)
第12章 移动和个人卫星通信系统		
§ 12.1	概述	(66)
12.1.1	移动卫星通信系统的分类及发展状况	(66)
12.1.2	移动卫星通信系统的特点	(74)
12.1.3	移动卫星通信系统的关键技术	(76)
§ 12.2	海事卫星通信系统(INMARSAT)	(77)
12.2.1	概述	(77)
12.2.2	INMARSAT系统的组成	(77)
12.2.3	INMARSAT系统的发展及应用	(84)
§ 12.3	陆地卫星通信系统	(88)
12.3.1	概述	(88)
12.3.2	MSAT系统	(92)
12.3.3	澳大利亚的移动卫星通信系统	(98)
12.3.4	PRODAT移动卫星通信系统	(98)
12.3.5	面向手机的同步轨道区域移动卫星通信系统	(98)
12.3.6	我国移动卫星通信系统	(99)
§ 12.4	低轨道移动卫星通信系统	(100)
12.4.1	概述	(100)
12.4.2	“铱”星系统	(103)
12.4.3	“全球星”系统	(110)
12.4.4	其他低轨道移动卫星通信系统	(115)

§ 12.5 中轨道移动卫星通信系统	(117)
12.5.1 “澳德赛”系统	(117)
12.5.2 “椭圆星轨”系统	(119)
12.5.3 ICO(P-21)系统	(120)
第 13 章 卫星应用技术的综合运用	
§ 13.1 卫星通信技术综括	(121)
13.1.1 概述	(121)
13.1.2 卫星通信相关技术	(122)
§ 13.2 卫星直播业务 DBS	(128)
13.2.1 DBS 业务及设备	(129)
13.2.2 DBS 服务相关问题解答	(130)
13.2.3 卫星数据广播系统新发展	(134)
13.2.4 我国数字化卫星电视广播概览	(135)
§ 13.3 卫星电视和有线电视的关系与结合	(140)
13.3.1 我国有线电视的发展现状与前景	(140)
13.3.2 我国卫星电视的现状与发展前景	(145)
13.3.3 有线电视与卫星电视的各自作用	(146)
13.3.4 卫星广播与有线电视间的辩证关系	(146)
13.3.5 DDBS 业务与 CATV 业务结合的前景	(147)
§ 13.4 DBS 平台与 IP 业务	(149)
13.4.1 DDBS 的发展历史	(150)
13.4.2 数字卫星直播技术的特点与 IP 广播	(150)
13.4.3 我国数字卫星直播电视的应用现状	(151)
13.4.4 我国数字卫星直播电视的发展前景预测	(152)
13.4.5 数字卫星直播平台系统的组成	(153)
13.4.6 IP 广播及特点	(155)
§ 13.5 宽带卫星多媒体通信网	(157)
13.5.1 宽带技术分类	(157)
13.5.2 宽带多媒体通信对卫星及轨道的要求	(159)
13.5.3 宽带卫星多媒体通信系统的优势	(160)
13.5.4 三维立体多媒体卫星通信网	(162)
13.5.5 宽带卫星通信系统的设计	(163)
13.5.6 世界著名的卫星多媒体宽带通信系统简介	(164)
13.5.7 宽带多媒体卫星通信展望	(165)
第 14 章 卫星通信技术具体应用实例	
§ 14.1 GPS 技术在 VSAT 系统中的应用	(167)
14.1.1 用 GPS 作卫星通信系统同步源	(167)
14.1.2 VSAT 系统及同步	(168)
§ 14.2 GSM/GPS 应用系统	(169)

14.2.1	GPS 的发展与应用	(169)
14.2.2	GSM/GPS 系统简介	(170)
§ 14.3	基于卫星信道的因特网宽带 IP 方案	(172)
14.3.1	宽带 IP 服务	(172)
14.3.2	IPSTAR-1 系统简介	(174)
14.3.3	IPSTAR-1 的应用与服务	(177)
第 15 章	卫星通信与 Internet 联网	
§ 15.1	卫星通信与 Internet 联网	(178)
15.1.1	卫星通信在 Internet 网中的应用优缺点	(178)
15.1.2	卫星通信在 Internet 网中的应用	(179)
15.1.3	TCP/IP 协议在卫星通信中的问题与解决方法	(181)
15.1.4	卫星宽带多媒体通信与 Interent 联网技术	(188)
§ 15.2	非对称的卫星 Internet 系统	(195)
15.2.1	世界非对称卫星 Internet 系统及构成	(195)
15.2.2	非对称卫星 Internet 系统动态路由选择技术	(197)
15.2.3	卫星数字电视广播传输技术	(201)
15.2.4	卫星数字电视广播的多工利用	(205)
§ 15.3	国际卫星 Internet 网多媒体服务系统	(208)
15.3.1	卫星 Internet 网多媒体服务系统	(208)
15.3.2	卫星通信中的 IP 和多媒体应用技术	(215)
15.3.3	卫星接入的 Internet 寻呼网	(218)
15.3.4	卫星通信网多媒体服务网络结构协议与技术	(224)
§ 15.4	基于 ATM 的宽带 IP 卫星通信技术	(232)
15.4.1	宽带 IP 卫星通信技术的现状	(232)
15.4.2	各类宽带 IP 卫星通信技术与 ATM 技术	(233)
15.4.3	宽带 IP 卫星通信技术的发展趋势	(233)
15.4.4	我国通信卫星骨干网构建设想	(237)
§ 15.5	VAST 技术在 CETIN 中的应用	(238)
15.5.1	Internet 网	(238)
15.5.2	中国 CETIN 概况	(239)
15.5.3	CETIN 中的 VSAT 卫星主干网	(242)
15.5.4	CETIN 的发展与展望	(243)
§ 15.6	数字电视广播卫星站及数字压缩系统	(244)
15.6.1	DVB 卫星系统	(244)
15.6.2	DVB 数字压缩系统及电脑备份	(245)
§ 15.7	卫星链路中的 TCP 协议及改善	(247)
15.7.1	卫星链路中的 TCP	(247)
15.7.2	TCP 伪装技术与协议转换系统	(250)
§ 15.8	天地一体化广播电视网工作原理与应用	(252)

15.8.1	天地一体化的接入方式与资源共享	(252)
15.8.2	天地一体化系统构成与信号走向	(253)
15.8.3	系统中的设备与功能	(254)
15.8.4	天地一体化广播网工作流程与管理	(255)
§ 15.9	无线 Internet 技术概览	(256)
§ 15.10	欧美亚因特网卫星多媒体通信业务及发展	(259)
15.10.1	欧洲 Internet 卫星通信与多媒体业务及展望	(259)
15.10.2	美国 Internet 卫星通信与多媒体服务业务及展望	(266)
15.10.3	亚洲 Internet 卫星通信与多媒体服务业务及展望	(268)
参考文献	(273)
附 录	书中术语词汇缩略语英汉对照	(275)
后 记	(282)

第二篇 应用篇

第 10 章 VSAT 卫星通信网

§ 10.1 VSAT 卫星通信网的基本概念和特点

所谓 VSAT,是指具有甚小口径天线的智能化小型或微型卫星地球站。VSAT 是英文“Very Small Aperture Terminal”(甚小口径终端)的缩写,简称卫星小站。它是国外 20 世纪 80 年代发展起来的一个卫星通信新领域。这类小站可以很方便地安装在用户处。通常,大量小站与一个大站协同工作,构成一个卫星通信网,能够支持范围广泛的单向或双向数据、语音、图像及其他综合电信及信息业务。它的出现,是 20 世纪 80 年代一系列先进技术综合运用的结果。VSAT 是卫星数字通信网的典型应用。

一、VSAT 的综合技术背景

实现 VSAT 的综合先进技术可归纳为如下各项:

1. 大规模和超大规模集成电路技术;
2. 微波集成和固态功率放大技术;
3. 高增益、低旁瓣的天线小型化技术;
4. 高效多址联接技术;
5. 微机软件技术;
6. 高效、灵活的网络控制与管理技术;
7. 分组传输和分组交换技术;
8. 扩频、纠错和调制解调技术;
9. 数字信号处理技术;
10. 卫星大型化技术等。

作为这些先进技术综合而成的 VSAT 卫星通信网具有许多其他通信网不可比拟的优点。

二、VSAT 卫星通信网的特点

其中主要特点是:

1. 设备体积小、重量轻、耗电省、造价低、安装维护和操作简便。根据使用条件的不同,小站天线的直径可以为 0.3~2.4m,发射机功率在 1~2W 左右。终端部分也很小,安装只需简单的工具和一般地基,因此,可以直接安装在用户室内室外。例如用户的庭院、屋顶、阳台、墙壁或交通工具上。随着天线的进一步小型化还可以置于室内桌面上,只需天线通过窗口对准卫星而无障碍即可。目前用户年通信费用比地面线路可节省 40%~60%,建站费用

比建一个微波中继站费用的 1/2 还少。

2. 组网灵活、接续方便。网络部件模块化,易于扩展和调整网络结构。可以适应用户业务量的增长和用户新要求的变化,而且开辟新通信点所需时间短。

3. 通信效率高、质量好、通信容量可以自适应。适于多种数据率和多种业务类型,能够传输综合业务,便于向 ISDN 过渡。

4. 可建立直接面对用户的直达电路,它可以与用户终端直接接口(避免了一般卫星通信系统信息落地后还需要地面线路引接的问题)。特别适合于用户分散、业务量轻的边远地区以及用户终端分布范围广的专用和公用通信网。

5. 集成化程度高、智能化(包括操作智能化、接口智能化、支持业务智能化、信道管理智能化等)功能强,可无人操作。

6. VSAT 站很多,但各站的业务量较小。

7. 有一个较强的网管系统。

8. 独立性强,一般用做专用网,用户享有对网络的控制权。

9. 互操作性好,可使得采用不同标准的用户跨越不同地面网而在同一个 VSAT 网内进行通信。

目前较有实力的 VSAT 生产厂商有:美国的 Hughes Network Systems, AT&T Tridom, GTE SPACENET, Scientific Atlanta 和日本的 NEC 等。VSAT 系统性能的比较见表 10.1。

表 10.1 VSAT 系统性能比较

生产厂商	型号	功能	组网拓扑	传输方向	多址方式	速率	使用协议
Linkcom	LCS-300 Linkstar	数据	星状	主(站)到 小(站)	TDM	56~512kb/s	X.25, SNA/SDLC, TCP/IP X.3/X.28/X.29
				小到主	Aloha	19.2~128kb/s	
	Linkmesh	话音	网状		DAMA/PAMA	9.6kb/s~2.048Mb/s	
Comstream		数据	星状				
	DT-7000	话音			SCPC	19.2~256kb/s	
	DBR-401	数据	广播			9.6kb/s~2.048Mb/s	
NEC	NEXTAR AA/TDMA VSAT	数据	星状	主到小	TDM	64kb/s	
				小到主	AA/TDMA, Aloha, slotted Aloha		
	CLVR, VSAT	数据	点对点		PAMA	9.6kb/s~2.048Mb/s	
	VO VSAT	话音	网状		SCPC/PAMA/DAMA	35kb/s	
	RO VSAT	数据	广播			9.6kb/s~2. Mb/s	
Scientific Atlanta	Skylinx. DB	数据	广播				
	Skylinx. 25	数据, 话音	星状		TDMA, Aloha	56, 64kb/s	
	Skylinx MCPC	话音	点对点		TDM/FDMA	8, 16, 32kb/s	
		数据				9.6~64kb/s	
	Skylinx.	话音	网状		SCPC/DAMA	8, 16, 32kb/s	
DDS	数据	9.6~64kb/s					

续表 10.1

生产厂商	型号	功能	组网拓扑	传输方向	多址方式	速率	使用协议
Hughes Network System	Phonelink	话音	点对点	双向	SCPC	19.2 ~ 64kb/s	(9.6kbit/s, 16kbit/s RELP 或 32kbit/s ADPCM)
	PES	数据		主到小	TDM	128kb/s ~ 256kb/s	X.25, SNA/SDLC, TCP/IP(LAN) X.3, X.28, X.29 (PAD)
		话音	星状	小到主	TDMA, Aloha		
TES		话音, 数据	网状		SCPC/DAMA	64kb/s	X.25 (5.6kbit/s CELP, 16kbit/s RELP 或 32kbit/s ADPCM)
GTE	Skystar Turbo	数据, 话音	星状		PAMA/MCPC	19.2kb/s ~ 2.048Mb/s	X.25
			网状		DAMA	30kb/s	
	Skystar plus	数据	星状		TDMA(PA, AA)	64kb/s	X.25, SDLC, X.3/X.28/X.29(PAD)
			网状		SCPC/DAMA	32kb/s	
	Skystar omni	数据	星状	主到小	TDM	64kb/s	
				小到主	TDMA(FH)	1.2 ~ 19.2kb/s	
EDB 1000	数据	广播		CDMA	19.2, 76.8, 230.4kb/s		
AT&T Tridom	Clearlink System 400	话音, 数据	星状	TDM	128, 256, 512kb/s		X.25, SNA/SDLC, TCP/IP(E-LAN) (8kbit/s CELP)
				TDMA	32, 64kb/s		
SPAR	VSAT+	数据	网状		TDMA/DAMA	2.4kb/s ~ 2.048Mb/s	
		话音				16, 24, 32, 64kb/s	

三、VSAT 的发展阶段

VSAT 的发展可以划分为三个阶段:

第一代 VSAT 是以工作于 C 频段的广播型数据网为代表;

第二代 VSAT 具有双向多端口通信能力, 但系统的控制与运行还是以硬件实现为主;

第三代 VSAT 应用先进的计算机技术和网络技术为特征。系统规模大, 有图形化面向用户的控制界面; 有由信息处理器及相应的软件操控的多址方式; 与用户之间实现多协议、智能化的接续。并逐步与 Internet 国际网互联。

自 1984 年中国成为世界上少数几个能独立发射静止通信卫星的国家以来, 卫星通信已被国家确定为重点发展的高技术电信产业。VSAT 专用网和公用网的不断建成投入使用, 必将推动我国卫星通信事业的迅速发展。

§ 10.2 VSAT 卫星通信网的组成及工作原理

10.2.1 VSAT 网的组成

典型的 VSAT 网是由主站、卫星和许多远端小站 (VSAT) 三部分组成。通常采用星形网

络结构。其示意图如图 10.1 所示。

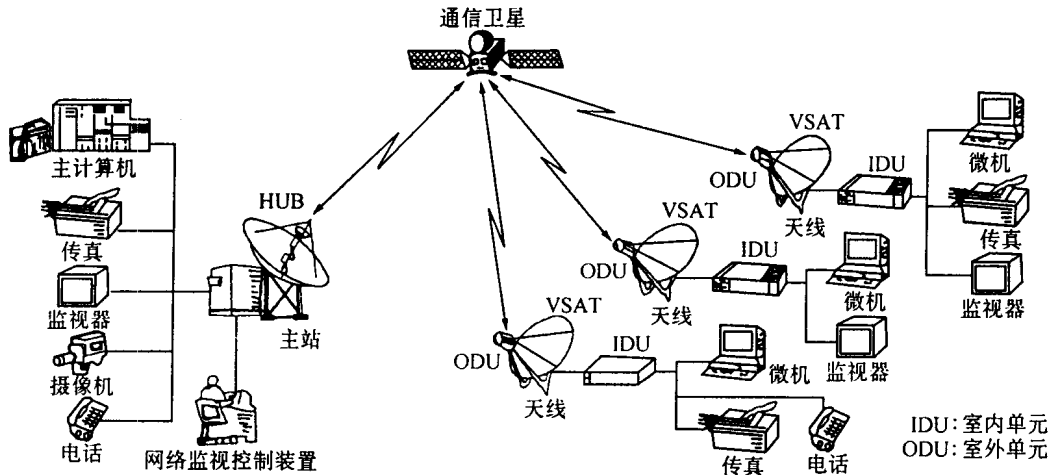


图 10.1 VSAT 网结构示意图

一、主站

主站又称中心站或枢纽站(HUB),它是 VSAT 网的“心脏”。它与普通地球站一样,使用大型天线,其天线直径一般约为 3.5~8m(K_u 频段)或 7~13m(C 频段),并配有高功率放大器(HPA)、低噪声放大器(LNA)、上/下变频器、调制解调器及数据接口等设备。主站通常与主计算机放在一起或通过其他(地面或卫星)线路与主计算机连接。

主站高功率放大器的功率要求与许多因素有关(例如,通信体制、工作频段、数据速率、发射载波数目、卫星特性以及远端接收站的大小及位置等),其额定功率一般为数百瓦(最小 1W,最大数 kW)。当额定功率为 1~10W 时,一般采用固态砷化镓场效应管(GaAsFET)放大器;额定功率为 10~250W 时,一般采用行波管放大器(TWTA);而 500~2 000W 时,一般采用速调管放大器。比如要用 6~10 个发射载波的 C 频段 11m 地球站,HPA 的功率为 300W 左右。

为了对全网进行监测、管理、控制和维护,一般在主站内设有一个网络控制中心,对全网运行状况进行监控和管理。由于主站涉及整个 VSAT 网的运行,其故障也会影响全网的正常工作,因此各设备皆设有备份。为了便于重新组合,主站一般采用模块化结构,设备之间采用高速局域网的方式互联。

二、小站

小站 VSAT 是由小口径天线、室外单元和室内单元组成。VSAT 天线有正馈和偏馈两种形式。正馈天线尺寸较大,而偏馈天线尺寸小、性能好(增益高、旁瓣小),且结构上不易积冰雪,因此被广泛采用。室外单元主要包括 GaAsFET 固态功放、低噪声场效应管放大器、上/下变频器和相应的监测电路等。整个单元可以装在一个小金属盒子内直接挂在天线反射器的背面。室内单元主要包括调制解调器、编译码器和数据接口设备等。室内外两单元之间用同轴电缆连接,传送中频信号和供电电源。整套设备结构紧凑、造价低廉、全固态化、安装方便、对环境要求低,可直接与其数据终端(微计算机、数据通信设备、传真机、电传机等)相连,不需要地面中继线路。

三、空间段

VSAT 网的空间部分是 C 频段或 Ku 频段同步卫星转发器。C 频段电波传播条件好、降雨影响小、可靠性高、小站设备简单、可利用地面微波技术、开发容易、系统费用低。但由于有与地面微波线路干扰问题,功率通量密度不能太大,限制了天线尺寸进一步小型化。而且在干扰密度强的大城市选址也较困难。C 频段通常采用扩频技术降低功率谱密度,以减小天线尺寸,但采用扩频技术又限制了数据传输速率的提高。所以 VSAT 网通常采用 Ku 频段。与 C 频段相比它具有以下优点:

1. 不存在与地面微波线路相互干扰问题,架设时不必考虑地面微波线路而可随地安装;
2. 允许的功率通量密度较高,天线尺寸可以更小,传输速率可更高;
3. 天线尺寸一样时,天线增益能比 C 频段高 6~10dB。

虽然 Ku 频段的传播损耗特别是降雨影响大,但实际上线路设计时都有一定的余量,线路可用性很高,在多雨和卫星覆盖边缘地区,使用稍大口径的天线即可获得必要的性能余量。因此目前大多数 VSAT 系统主要采用 Ku 频段。只有 Contel ASC(原赤道公司)的扩频系统工作在 C 频段。当其他非扩频系统工作在 C 频段时,则需要较大的天线和较大的功率放大器,并占用卫星转发器较多的功率。我国的 VSAT 系统工作在 C 频段,这是由于目前所拥有的空间段资源所决定的。

由于转发器造价很高,空间部分设备的经济性是 VSAT 网考虑的重点。因此,可以只租用转发器的一部分,这样地面终端网可以根据所租用卫星转发器的能力来进行设计。

10.2.2 VSAT 网络系统的工作原理

图 10.1 所示的 VSAT 网,小站和主站通过卫星转发器连成“星形”网络结构。其中主站发射 EIRP 强,接收 G/T 值大,故所有小站均可直接同主站互通。但若需要小站之间进行通信时,则因小站天线口径小,发射的 EIRP 低和接收 G/T 值小,必须首先将信号发送给主站,然后由主站转发给另一个小站。即必须通过小站——卫星——主站——卫星——小站,以“双跳”方式完成。

为了进一步说明 VSAT 星形网络的基本概念,下面以 RA/TDMA 系统为例,简要介绍 VSAT 网的工作过程。在 VSAT 网中,一般采用分组传输方式,任何进入网的数据在网内发送之前首先进行格式化,即每份较长的数据报文分解成若干固定长度的“段”,每段报文再加上必要的地址和控制信息,按规定的格式进行排列作为一个信息传输单位,通常称之为“分组”(或帧,或包)。例如,每 1120bit(140 字节)组成一个数据分组,在通信网中,以分组作为一个整体进行传输和交换,到达接收点后再把各报文分组按原来的顺序号装配起来,再恢复原来的长报文。

一、外向传输

在 VSAT 网中,主站向外方向发射的数据(即从主站通过卫星向小站方向传输的数据)叫做外向(Outbound)传输,外向信道通常采用时分复用(TDM)或统计 TDM 技术连续向外发射。即从主站向各远端小站发送的数据,由主计算机进行分组格式化,组成 TDM 帧,通过卫星以广播方式发向网中所有远端小站。为了各 VSAT 站的同步,每帧(约 1s)开头发射一个同步码(同步码特性应能保持各 VSAT 小站在未纠错之前误比特率为 1×10^{-3} 时仍能保证可靠地同步)。该同步码还应向网中所有终端提供 TDMA 帧的起始信息(SOF)。TDM 帧结构如图 10.2 所示。在 TDM 帧中,每个报文分组包含一个地址字段,标明需要对方的小站地

址。所有小站接收 TDM 帧,从中选出该站所要接收的数据。利用适当的寻址方案,一个报文可以送给一个特定的小站,也可发给一群指定的小站或所有小站。

当主站没有数据分组要发送时,它可以发送同步码组。

二、内向传输

各远端小站通过卫星向主站

传输的数据叫作内向(Inbound)传输数据。在 VSAT 网中,各个用户终端可以随机地产生信息。因此内向数据一般采用随机方式发射突发性信号。采用信道共享协议,一个内向信道可以同时容纳许多小站,所能容纳的最多站数主要取决于小站的数据率。

许多分散的小站,以分组的形式,通过具有延迟 τ_s 秒的 RA/TDMA 卫星信道向主站发送数据。由于 VSAT 本身一般收不到经卫星转发的小站发射信号,因而不能用自发自收的方法监视本站发射信号的传输情况。因此利用争用协议时需要采用肯定回答(ACK)方案,以防数据的丢失。即主站成功收到小站信号后,需要通过 TDM 信道回传一个 ACK 信号,宣布已成功收到数据分组。如果由于衰落或分组碰撞造成传输失败,小站收不到 ACK 信号(超时后),则失败的分组,需要重传。

TDMA 信道是一种争用信道,可以利用争用协议(例如 S-ALOHA)RA 由许多小站共享 TDMA 信道。TDMA 信道分成一系列连续性的帧和时隙,每帧由 N 个时隙组成(如图 10.3 所示)。各小站只能在时隙内发送分组,一个分组不能跨越时隙界限,即分组的大小可以改变,但其最大长度绝不能大于一个时隙的长度。各分组要在一个时隙的起始时刻开始传输,并在该时隙结束之前完成传输。在一个帧中,时隙的大小和时隙的数量取决于

应用的情况,时隙周期可用软件来选择。在网中,所有共享 RA/TDMA 信道的小站都必须与帧起始(SOF)时刻及时隙起始时刻保持同步。这种统一的定时就由主站在 TDM 信道上广播的 SOF 信息获得。

TDMA 突发信号由前同步码开始,前同步码又由比特定、载波恢复信息、FEC(前向纠错)、译码器同步和其他开销(当需要时)组成。接下去是起始标记、地址字段、控制字段、数据字段、CRC(循环冗余校验)和终止标记。如果需要,后同步码可包括维特比译码器删除移位比特 VDFO(Viterbi Decoder Flushing Outbit)。小站可以在控制字段发送申请信息。

由上可见,VSAT 网与一般卫星网不同,它是一个典型的不对称网络。即链路两端设备不相同;执行的功能不相同;内向和向外业务量不对称;内向和向外信号强度不对称;主站发

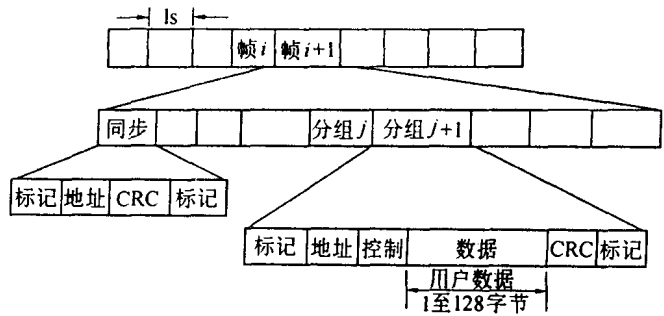


图 10.2 TDM 帧结构示意图

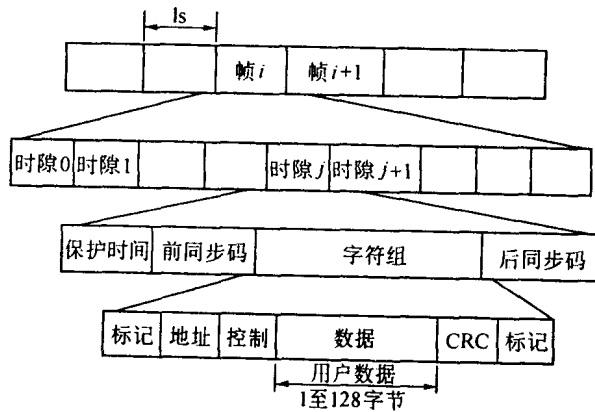


图 10.3 DMA 帧结构

射功率大得多(以便适应 VSAT 小天线的要求);VSAT 发射功率小,主要利用主站高的接收性能来接收 VSAT 的低电平信号。因此,在系统设计时必须考虑到 VSAT 网的上述特点。

§ 10.3 VSAT 分类与特点

一、VSAT 可按其性质、用途、网络结构和某些特性来进行如下分类

1. 按照安全方式可分为固定式、墙挂式、可移动式、背负式、手提式、车载式、机载式、船载式等。

2. 按照主要业务类型可分为小数据站、小通信站和小电视单收站(TVRO)等。

3. 按照 VSAT 网采用的网络结构来分,又可分为 3 类:

①星形结构的 VSAT 系统(如 PES);

②网状结构的 VSAT 系统(如 TES);

③星形和网状混合结构的 VSAT 系统。它在传送实时性要求不高的业务(如数据)时采用星形结构,而在传送实时性要求较高的业务(如话音)时采用网状结构;当需进行点对点通信时采用网状结构,进行点对多点通信时采用星形结构。这种网络结构可充分利用前两种网络结构的优点,同时能最大限度地满足用户的要求。由于此结构中允许两种网络结构并存,因此,可采用两种完全不同的多址方式,如星形结构时采用 TDM/TDMA 方式,而网状结构时采用 SCPC 方式等。

4. 接收、发方式可分为单收站、单发站和双向站。

5. 按业务性质可分为固定业务的 VSAT 和移动业务的 VSAT 两种。

6. 按 VSAT 支持的主要业务类型来区分,还可概括为 6 小类:

①“透明信道 VSAT”:这是一种点一点的“热线”,类似于 IDR、DBS 业务,传送速率从几十千比到上兆比,灵活可调,根据两点间经常的固定的业务量确定其传输参数,适用于两点间经常的固定的业务需求模式(话音、数据或混合的)。

②“话音 VSAT”:这是一种以传送话音为主要业务的系统,当然也可用于传送“话音基带数据”。如果是数字编码话音 VSAT 系统,甚至可以“绕过”(或叫“释放”)语音译码器,实现两点间中等速率的数据传送。但因其系统是以话音传送为主设计的,“能”用于传送数据,但若用于以传送数据为主则就不太经济合理。

③“数据 VSAT”:这是一种以传送数据为主要业务的系统,也“能”用于传送数字编码的话音。因其系统以传送数据为主,把它用于话音业务占据很大份额的业务系统就不尽经济合理。

④“单收 VSAT”:这是一种单向广播的系统,“单收 VSAT”站只具有接收信息的能力。传送的业务内容从占有很宽带宽或很高数据率的高分辨率电视到普通的电视节目、到声音广播节目、直到数十比特的金融信息、期货信息、气象、交通信息、科学信息以及图文广播等业务。

⑤“单发 VSAT”:这是一种数据收集系统,用于水文、气象等数据收集平台系统。

⑥“综合 VSAT”:在一个 VSAT 站上包容了上述两种或两种以上的业务类型的系统,特别是包容了①、②、③种类型的业务系统。

7. 除了上述通用的分类方法之外,在 VSAT 领域还流行着下面一种分类方法,即根据调制类型、传输速率、天线口径、应用和成本等综合特点分成如下几种主要类型:

①非扩频 VSAT;②扩频 VSAT;③扩频 USAT;④TSAT(T1—载波小口径终端);⑤TVSAT(图像、语音、数据、VTRO、BTV、HDTV)。

第一类的特点是高速、双向交互式传输(天线直径 1.2~1.8m 范围)。这种 VSAT 采用非扩频的移相键控调制和自适应带宽多址协议,工作在 Ku 频段。第二类 VSAT 采用直接序列扩频技术,工作在 C 频段,主要有美国赤道(Equatorial)公司的微型地球站(MES)。它有两大系列产品,一种是 C—100 系列,用于一点对多点的单向数据传输;另一种是 C—200 系列,与 Ku 频段的 K—200 系列一样,提供双向数据通信及低业务量的数字话音业务;第三类是特小口径终端(天线直径小到 0.25~0.3m),它可能是目前使用的最小的双向数据通信地球站。它利用非常复杂的新型的混合扩频调制和新颖的多址技术以降低干扰的影响。它是一种理想的便携式终端,原来安装在车上,所以又称为移动式 VSAT(MSAT),后来改进成固定应用;第四类是 T1 载波小口径终端(TSAT)以 T1 和 Z1 速率传输点对点双向数据、语音和图像信息。它除了扩充现行 VSAT 技术的能力之外,与前述 VSAT 相比最大的区别是 TSAT 不需要昂贵、复杂的中心站,可构成网型网络(当然也可以采用其他拓扑形式),传输速率高(1.544/2.048Mb/s)。

TSAT 可构成一个低价格的综合业务卫星网,能容纳综合语音、数据和图像业务,速率从 512kb/s~6Mb/s,若再加上“载波跳变”(Carrier hopping)技术,其能力可增大到 24Mb/s。TSAT 与地面 T1 网络,它有很强的网络监视和控制能力,能在一个站对网络进行管理和重新配置(如增加或删除网络节点和改变业务内容)。此外,在价格方面,TSAT 也完全能与地面 T1 系统竞争,能满足当今 ISDN 对卫星通信的要求。

第五类是小口径终端用于接收电视节目(TURO)和商业电视(BTV)节目。TVSAT 还可接收高质量伴音、高速数据信息业务和高分辨率电视。

二、VSAT 特性

表 10.2 列出了这五类 VSAT 的主要特点:

表 10.2 VSAT 的主要特点

类 型	VSAT	VSAT(扩频)	USAT	TSAT	TVSAT	
天线直径(m)	1.2~1.8	0.6~1.2	0.3~0.5	1.2~3.5	1.8~2.4	
工作频段	Ku	C	Ku	Ku/C	Ku/C	
外向信息率(kb/s)	56~512	9.6~32	56	56~1 544	—	
内向信息率(kb/s)	16~128	1.2~9.6	2.4	56~1 544	—	
多址方式	内 向	ALOHA S—ALOHA R—ALOHA DA—TDMA	CDMA	CDMA	TDMA/FDMA	—
	外 向	TDM	CDMA	CDMA	TDMA/FDMA	PA
调 制	BPSK/QPSK	DS	FH/DS	QPSK	FM	
连接方式	无主站/有主站	有主站	有主站	无主站	有主站	
通信协议	SDLC, X.25 ASYNC, BSC	SDLC, X.25	专用			
网络工作方式	共用/专用	共用/专用	共用/专用	专用	共用/专用	