

高等学校电子信息类系列教材

数字微波通信

SHUZI WEIBO TONGXIN

姚冬苹 黄 清 赵红礼 编著



清华大学出版社
<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>



北京交通大学出版社
<http://press.bjtu.edu.cn>



高等学校电子信息类系列教材

数字微波通信

姚冬苹 黄 清 赵红礼 编著

清华大学出版社
北京交通大学出版社

• 北京 •

内 容 简 介

本书主要阐述数字微波通信系统的原理、技术、设备和其他常用的微波通信方式。在对数字微波通信系统总体介绍的基础上,首先介绍了目前常用的 SDH 微波和 PDH 微波,分析了两者的共同点和不同点以及适用范围;其次根据信号的传输流程,对数字微波通信技术(即基带传输、差错编码、数字调制、微波传输)及传输过程中的关键技术进行阐述,给出了数字微波通信系统的总体设计和工程设计方法;最后详细介绍了 LMDS 和 MMDS 两种重要微波的应用及其典型设备。本书力求理论联系实际,讲解原理的同时给出具体实例,便于读者理解和学习。

本书可作为大学通信专业的本科生或研究生的教材,也可供有关科技人员自学参考。

版权所有,翻印必究。

本书封面贴有清华大学出版社激光防伪标签,无标签者不得销售。

图书在版编目(CIP)数据

数字微波通信/姚冬苹,黄清,赵红礼编著. — 北京:清华大学出版社;北京交通大学出版社,2004.7

(高等学校电子信息类系列教材)

ISBN 7-81082-324-8

I. 数… II. ①姚… ②黄… ③赵… III. ①数字通信-高等学校-教材 ②微波通信-高等学校-教材 IV. TN925

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 053918 号

责任编辑:黎丹

出版者:清华大学出版社 邮编:100084 电话:010-62776969
北京交通大学出版社 邮编:100044 电话:010-51686045,62237564

印刷者:北京东光印刷厂

发行者:新华书店总店北京发行所

开 本:185×260 印张:12.25 字数:312 千字

版 次:2004 年 7 月第 1 版 2004 年 7 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 7-81082-324-8/TN·23

印 数:1~5 000 册 定价:19.00 元

高等学校电子信息类系列教材

编审委员会成员名单

主 任 谈振辉

副主任 张思东 赵尔沅

委 员 (以姓氏笔画为序)

王志刚 邓忠礼 冯玉珉 冯锡生 卢先河

刘 云 齐立心 朱定华 严国萍 李承恕

汪希时 沙 斐 张有根 张林昌 陈常嘉

郑光信 屈 波 钟章队 徐佩霞 薛 质

总 序

近年来,我国高等教育经历了重大的改革,已经在教育思想和观念上、教育方法和手段上有了长足的进步,在较大范围和较深层次上取得了成果。为了推进课程改革、加快我国大学教育国际化的进程,教学内容和课程体系改革已经是势在必行。特别在通信与信息领域,随着微电子、光电子技术、计算机技术及光纤等相关技术的发展,尤其是计算机技术与通信技术相结合,使得现代通信正经历着一场变革,各种新技术、新业务、新系统和新应用层出不穷,传统的教学内容和课程体系已不能满足要求,同时教材内容也需要更新。在此背景下,我们决定编写一套紧跟国际科技发展又适合我国国情的“高等学校电子信息类系列教材”,以适应我国高等教育改革的新形势。

“高等学校电子信息类系列教材”涉及传输技术、交换技术、IP 技术、接入技术、通信网络技术及各种新业务等。我们在取得教学改革成果的基础上,组织了一批具有多年教学经验、从事科研工作的教师参与编写这套专业课程系列教材。

本系列专业课程教材具有以下特色。

- 在编写指导思想上,突出实用性、基础性、先进性和时代特征,强调核心知识,结合实际应用,理论与实践相结合;
- 在教材体系上,强调知识结构的系统性和完整性,强调课程间的有机联系,注重学生知识运用能力和创新意识的培养;
- 在教材内容上,重点阐述系统的基本概念和原理、基本组成、基本功能及基本应用,对一些新技术和新应用做较系统的介绍。内容丰富,层次分明,重点突出,叙述简洁,通俗易懂。

本系列专业课程教材包括:

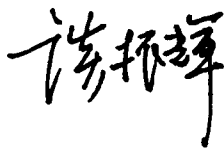
《现代通信概论》、《通信系统原理》、《通信系统原理学习指南》、《数字通信》、《现代交换技术》、《光纤通信理论基础》、《光纤通信系统及其应用》、《光接入网技术及其应用》、《现代移动通信系统》、《数字微波通信》、《卫星通信》、《现代通信网》、《自动控制原理》、《蓝牙技术原理与协议》、《计算机通信网基础》、《多媒体通信》、《数字图像处理学》、《网络信息安全技术》等。

本系列教材的出版得到北京交通大学教务处的的大力支持,同时也得到北京交通大学出版社、清华大学出版社有关同志的精心指导和全力帮助。

本系列教材适合于高等院校通信及相关专业本科生教育,也可作为从事电信工作的技术人员自学教材及培训教材。

“高等学校电子信息类系列教材”

编审委员会主任



2004 年 7 月

前 言

数字微波通信泛指利用微波波段经过地面视距传播进行数字信息传输的一种无线通信方式,包括点对点数字微波和点对多点数字微波,它和卫星通信、光纤通信一起被称为现代通信传输的三大支柱。这种通信方式具有容量大、传输质量好、组网灵活、成本低、建设速度快等特点,特别是在灵活性、抗灾性和移动性方面具有光纤传输所无法比拟的优点,因此数字微波通信作为无线传输和无线宽带接入的重要手段,具有广阔的应用前景。

本书以深入浅出的方式,对数字微波通信系统做了全面而系统的介绍。全书共分9章,第1章介绍数字微波系统的组成及其在通信网中的作用,使读者对数字微波系统有一个初步的认识;第2章主要介绍数字微波系统所采用的两种体制,即SDH微波和PDH微波;第3章介绍数字基带信号的传输原理;第4章和第5章分别介绍数字微波传输中常用的差错控制码和调制技术;第6章介绍微波传输信道及其抗衰落技术;第7章介绍微波通信的总体设计及其工程设计方法;第8章介绍了无线宽带接入的重要方式LMDS;第9章介绍了多信道多点分配业务(MMDS)。

本书的第4、5章由姚冬苹编写,第1、2、6、8、9章和第7章的第1、6节由黄清编写,第3章和第7章的其余部分由赵红礼编写,全书由黄清负责统稿。在本书的编写过程中,得到了北京交通大学电信学院诸多同事的支持与帮助,在此深表感谢。由于水平有限,加之时间仓促,书中不妥之处在所难免,敬请读者批评指正。

编 者
2004年7月

目 录

第 1 章 数字微波通信系统概述	1
1.1 数字微波通信的概念	1
1.1.1 无线电波的波段划分及微波通信的常用频段	1
1.1.2 微波的传播特性	2
1.1.3 数字微波通信的特点	3
1.1.4 数字微波通信的分类	3
1.1.5 地面微波中继通信的应用场合	5
1.2 数字微波通信系统	6
1.2.1 数字微波通信线路的构成	6
1.2.2 数字微波通信系统组成方框图	7
1.3 数字微波通信系统的性能指标	9
第 2 章 PDH 微波和 SDH 微波	11
2.1 准同步数字系列 PDH	11
2.1.1 PDH 数字复接系统的构成	11
2.1.2 PDH 数字微波系统的容量系列	12
2.1.3 PDH 的复接方式	13
2.1.4 PDH 系列的局限性	18
2.2 同步数字系列 SDH	19
2.2.1 SDH 的速率等级	19
2.2.2 同步数字系列(SDH)微波系统的容量系列	19
2.2.3 SDH 传输系统的组成	20
2.2.4 SDH 微波传输的关键技术	20
2.3 STM-1 的帧结构及开销字节	22
2.3.1 STM-1 的帧结构	22
2.3.2 开销字节	22
2.4 SDH 的复用原理	29
2.5 SDH 微波传输系统的常见网元	32
2.5.1 终端复用器(TM)	32
2.5.2 分插复用器(ADM)	33
2.5.3 再生中继器(REG)	33
2.5.4 数字交叉连接设备(DXC)	33
第 3 章 数字基带传输	34
3.1 数字基带传输原理	34

3.2 数字基带信号	34
3.2.1 数字基带信号的码型	35
3.2.2 数字基带信号的波形及其表示	37
3.2.3 数字基带信号的功率谱	37
3.3 数字基带信号的理想传输特性	38
3.3.1 码间干扰	38
3.3.2 理想低通传输特性	39
3.3.3 实用的无码间干扰的基带传输特性	40
3.3.4 基带传输系统的误码性能	41
3.4 部分响应技术	41
3.4.1 部分响应技术的概念	41
3.4.2 部分响应技术的差分编码	43
3.5 时域均衡	43
3.5.1 时域均衡的原理	43
3.5.2 均衡算法	45
3.5.3 均衡技术的应用	46
3.6 扰码和解扰	46
3.6.1 m 序列的概念	46
3.6.2 扰码器、解扰器的工作过程	47
第 4 章 差错控制编码	49
4.1 差错控制编码的基本概念	49
4.1.1 信道编码定理	49
4.1.2 最大似然译码	50
4.1.3 差错控制的三种方式	51
4.1.4 信道发生差错的几种模式	51
4.1.5 差错控制编码的分类	51
4.2 线性分组码	52
4.2.1 生成矩阵与校验矩阵	52
4.2.2 伴随式和译码	54
4.3 循环码	55
4.3.1 循环码的生成多项式和生成矩阵	55
4.3.2 循环码的监督多项式和监督矩阵	56
4.3.3 循环码的编码器	57
4.3.4 循环码的译码器	58
4.4 卷积码	60
4.4.1 卷积编码器及其描述	60
4.4.2 卷积码的译码	63
4.5 各种纠错编码的性能	68
4.5.1 分组码的编码增益	68
4.5.2 卷积码的编码增益	70
第 5 章 微波传输中的数字调制技术	72
5.1 调制解调的分类	72

5.2 相移键控	73
5.2.1 二相相移键控(2PSK)	74
5.2.2 四相相移键控(4PSK)	78
5.2.3 八相相移键控(8PSK)	83
5.2.4 相移键控信号的功率密度谱和误码性能	85
5.3 正交振幅调制(QAM)	87
5.3.1 正交振幅调制的原理	88
5.3.2 功率密度频谱和误码特性	93
5.4 网格编码调制(TCM)	94
5.4.1 网格编码调制的原理	94
5.4.2 网格编码的 QAM 标准	97
5.5 载波恢复	98
5.5.1 M 次方环法	99
5.5.2 科斯塔斯环法(Costas)	100
第 6 章 微波传输信道	103
6.1 微波天馈线和收发信分并路系统	103
6.1.1 多波道共用器	103
6.1.2 收发共用器	104
6.1.3 馈线	105
6.1.4 天线	106
6.2 自由空间的电波传播	109
6.2.1 自由空间传播损耗	109
6.2.2 自由空间传播条件下收信电平的计算	110
6.3 地面对微波传播的影响	111
6.3.1 费涅尔区的概念	111
6.3.2 路径上障碍物的阻挡损耗	112
6.3.3 地面反射对电波传播的影响	112
6.4 大气对微波传播的影响	115
6.4.1 大气吸收损耗	115
6.4.2 散射衰减	115
6.4.3 大气折射对电波传播的影响	117
6.5 衰落及系统瞬断率	123
6.5.1 衰落余量	123
6.5.2 多径衰落	123
6.6 抗衰落技术	126
6.6.1 自适应均衡技术	126
6.6.2 分集技术	128
6.6.3 波道备份	133
第 7 章 数字微波传输的总体设计	136
7.1 微波通信的频率配置	136
7.1.1 频率配置的一般原则	136

7.1.2	SDH 微波的射频波道配置方案	137
7.2	数字微波信道的假设参考数字链路	138
7.2.1	数字微波信道的假设参考连接	138
7.2.2	假设参考数字链路(HRDL)	139
7.2.3	假设参考数字段(HRDS)	140
7.3	SDH 传输性能指标及其分配	141
7.3.1	误码性能参数	141
7.3.2	误码性能指标	142
7.3.3	误码性能指标分配	144
7.3.4	G.826 和 G.821 性能指标的比较	145
7.3.5	误码率指标在中继段上的分配	146
7.3.6	可用性指标	147
7.4	数字微波的信道噪声与噪声指标分配	147
7.4.1	噪声的分类	147
7.4.2	噪声指标分配	149
7.4.3	载噪比的计算	150
7.4.4	干扰对微波系统的影响	151
7.5	路由设计概述	153
7.5.1	路由选择的技术要求	153
7.5.2	路由选择的经济要求	154
7.5.3	室内选线	154
7.5.4	站距和方位角的计算	155
7.5.5	线路垂直角的计算	157
7.5.6	天线校准方法	157
7.6	微波通信站的防雷	158
7.6.1	雷电入侵的主要途径	158
7.6.2	防雷方案	159
第 8 章	本地多点分配业务(LMDS)	161
8.1	LMDS 概述	161
8.1.1	LMDS 的系统结构	161
8.1.2	LMDS 系统的特点	163
8.1.3	LMDS 的应用	163
8.2	LMDS 的频率配置	164
8.2.1	基本原则	164
8.2.2	工作频段	164
8.2.3	波道配置	165
8.2.4	波道带宽的选择	166
8.3	LMDS 系统的技术分析	168
8.3.1	双工方式	168
8.3.2	复用/多址方式	168
8.3.3	调制方式	169
8.3.4	组网方式	169

8.3.5 抗雨衰措施	169
8.4 典型 LMDS 系统介绍	170
8.4.1 概述	170
8.4.2 系统组成	170
第 9 章 多信道多点分配业务 (MMDS)	173
9.1 MMDS 概述	173
9.1.1 MMDS 的系统结构	174
9.1.2 MMDS 系统的特点	175
9.1.3 MMDS 的应用	176
9.2 MMDS 的频率配置	176
9.2.1 工作频段	176
9.2.2 波道配置	176
9.3 MMDS 系统的技术分析	178
9.3.1 双工方式	178
9.3.2 调制方式	178
9.3.3 复用/多址方式	178
9.4 典型 MMDS 系统介绍	179
9.4.1 概述	179
9.4.2 系统组成	179
9.4.3 系统特点	181
参考文献	182

第 1 章 数字微波通信系统概述

提要 本章介绍了数字微波通信系统的概念、组成、特点、应用场合、发展情况等。通过本章的学习,使读者建立起一个完整的数字微波中继通信系统的模型。

1.1 数字微波通信的概念

微波(Microwave)是指波长为 $1\text{ m} \sim 1\text{ mm}$,即频率从 $300\text{ MHz} \sim 300\text{ GHz}$ 范围内的电磁波。微波通信(Microwave Communication)就是利用微波作为载波来携带信息并通过空间电波进行传输的一种无线通信方式。当携带的信息是模拟信号时称为模拟微波通信,携带的信息是数字信号时称为数字微波通信。

微波通信是 20 世纪 50 年代的产物,由于具有通信容量大、投资费用低、建设速度快、抗灾能力强等优点而得到迅速的发展。20 世纪 40 年代到 50 年代产生了传输频带较宽、性能较稳定的模拟微波通信,成为长距离、大容量地面干线无线传输的主要手段,其传输容量高达 2 700 路,而后逐步进入中容量乃至大容量数字微波传输。90 年代中期以来,随着同步数字序列(SDH)在传输系统中的推广使用,数字微波通信进入了重要的发展时期。目前,单波道传输速率可达 300 Mbit/s 以上,为了进一步提高数字微波系统的频带利用率,使用了交叉极化传输、无损伤切换、分集接收、高速多状态的自适应编码调制解调等技术,这些新技术的使用将进一步推动数字微波通信系统的发展。因此,数字微波通信、光纤通信和卫星通信一起被称为现代通信传输的三大支柱。

1.1.1 无线电波的波段划分及微波通信的常用频段

无线电波的波段划分见表 1-1。

表 1-1 无线电波的波段划分

波段名称	波长范围	频率范围	频段名称
极长波	10^5 m 以上	3 kHz 以下	极低频(ELF)
超长波	$10^5 \sim 10^4\text{ m}$	$3 \sim 30\text{ kHz}$	甚低频(VLF)
长波	$10^4 \sim 10^3\text{ m}$	$30 \sim 300\text{ kHz}$	低频(LF)
中波	$10^3 \sim 10^2\text{ m}$	$300 \sim 3\,000\text{ kHz}$	中频(MF)
短波	$10^2 \sim 10\text{ m}$	$3 \sim 30\text{ MHz}$	高频(HF)
超短波	$10 \sim 1\text{ m}$	$30 \sim 300\text{ MHz}$	甚高频(VHF)
微波分米波	$100 \sim 10\text{ cm}$	$300 \sim 3\,000\text{ MHz}$	特高频(UHF)

续表

波段名称	波长范围	频率范围	频段名称
微波厘米波	10~1 cm	3~30 GHz	超高频(SHF)
微波毫米波	10~1 mm	30~300 GHz	极高频(EHF)
亚毫米波	1~0.1 mm	300~3 000 GHz	超极高频

从表中可以看出,微波既有一个很高的频率,同时也有一个很宽的频段,在微波通信中所使用的频率范围一般为 1~40 GHz,具体来讲,主要有以下几个波段:

L 波段 1.0~2.0 GHz

C 波段 4.0~8.0 GHz

S 波段 2.0~4.0 GHz

X 波段 8.0~12.4 GHz

Ku 波段 12.4~18 GHz

K 波段 18~26.5 GHz

1.1.2 微波的传播特性

微波除了具有电磁波的一般特性外,还具有一些自身的特性,具体如下。

1. 视距传播特性

当微波的波长和周围物体的尺寸相比要小得多或能够比拟时,微波的特性和光很相似,即具有直线传播和在物体上产生显著反射的特性。因此,微波波束在自由空间中是以直线传播的,也称做视距传播。

2. 极化特性

无线电波是由随时间变化的电场和磁场所组成,电场和磁场相互依存,相互转化,形成统一的时变电磁场体系。时变电磁场以波动的形式在空间存在和运动,因此称为电磁波或无线电波。

无线电波具有一定的极化特性,所谓波的极化是指电场矢量 E 在空间的取向。无线电波有三种不同的极化形式。

① 线极化:指电场矢量 E 的端点随时间 t 的变化轨迹保持在一条直线上。若这条直线与地面平行,则称为水平极化;若与地面垂直,称为垂直极化。水平极化和垂直极化是彼此相互正交的两个函数。如图 1-1(a)所示。

② 圆极化:指电场矢量 E 的端点随时间 t 的变化轨迹为一个圆。从垂直于传播方向的任意固定平面上向传播方向观察,若电场矢量 E 的旋转变化的方向为顺时针,称为右旋极化;反之称为左旋极化,左旋极化和右旋极化是两个彼此正交的函数。如图 1-1(b)所示。

③ 椭圆极化:是极化波的一般形式。线极化波和圆极化波都可以看做是椭圆极化波的特殊形式。如图 1-1(c)所示。

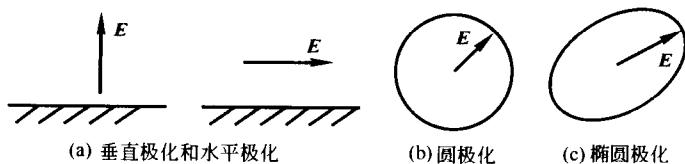


图 1-1 无线电波的极化形式

由数学分析知,当两个函数正交时,两函数的相关系数为零。因此,在微波通信中常采用

同一频率上的不同极化方式来扩充系统容量或消除同频信号间的干扰。

1.1.3 数字微波通信的特点

数字微波通信是用微波作为载波来传递数字信号的一种通信方式,它同时具有数字通信和微波通信的一些特点,具体如下。

(1) 抗干扰能力强,线路噪声不积累

由数字通信原理知,数字信号是可以再生的,因此数字微波通信中的中继站大多采用再生中继的方式,只要中继站接收到的信号中的干扰没有大到对信码判决产生影响的程度,经过判决识别后,就可以把干扰清除掉,再生出与发端一样的干净波形,向下一站转发。正是数字信号的再生使数字微波中继通信的线路噪声不逐站积累。但必须指出的是,一旦干扰对数字信号造成了误码,那么在以后的传输过程中被纠正过来的可能性很小,因此误码是逐站积累的。

(2) 保密性强

数字微波中继通信的保密性强表现在两个方面:一是数字信号易于加密,除了在设备中已采用扰码电路外,还可以根据要求加入相应的加密电路;二是微波通信中使用的天线方向性好,因此偏离微波射线方向是接收不到微波信号的。

(3) 便于组成数字通信网

数字微波通信系统中传输的是数字信息,便于与各种数字通信网相连,并且可以用计算机控制各种信息的交换。

(4) 设备体积小、功耗低

数字微波中继通信设备的体积小、功耗低主要表现在两个方面:一是因为传输的是数字信号,所以设备中大量采用集成电路,使得设备的体积变小,电源的损耗降低;二是数字信号的抗干扰能力强,这样就可减小微波设备的发信功率,从而使功放的体积变小、功耗降低。

(5) 占用频带宽

数字通信比模拟通信占用的信道频带宽。以电话通信为例,一路模拟电话通常占用4 kHz带宽,而一路数字电话(速率为64 kbit/s)在理想情况下至少需要32 kHz的传输带宽,这是模拟电话带宽的8倍之多,因此在同等传输带宽情况下,数字微波通信系统的传输容量要小于模拟微波通信系统。目前随着新的调制技术的发展以及频带压缩技术的应用,数字微波通信系统的这一不足正日益得到改善。

1.1.4 数字微波通信的分类

数字微波通信通常可分为地面微波中继通信、一点对多点微波通信、微波卫星通信和微波散射通信。

1. 地面微波中继通信

由微波的传播特性可知,微波波束在自由空间中是以直线传播的,但地球是一个两极稍扁、赤道略鼓的椭球体,地表面是个椭球面,所以当通信双方距离大于视距(50 km左右)时,就很可能无法收到对方发来的微波信号。同时,微波信号在空间传播时,能量会不断损耗,相位也要产生变化,这就要求点到点的传输距离不能太远。

为实现远距离通信,并且保证比较稳定的传输特性,需要每隔50 km左右设置一个中继站,以便将前一站传来的信号加以处理并转发到下一个站去。这样,逐站传递下去直至终端

站,从而构成一条微波中继通信线路,如图 1-2 所示。所以,微波中继通信也常被形象地称为微波接力通信。

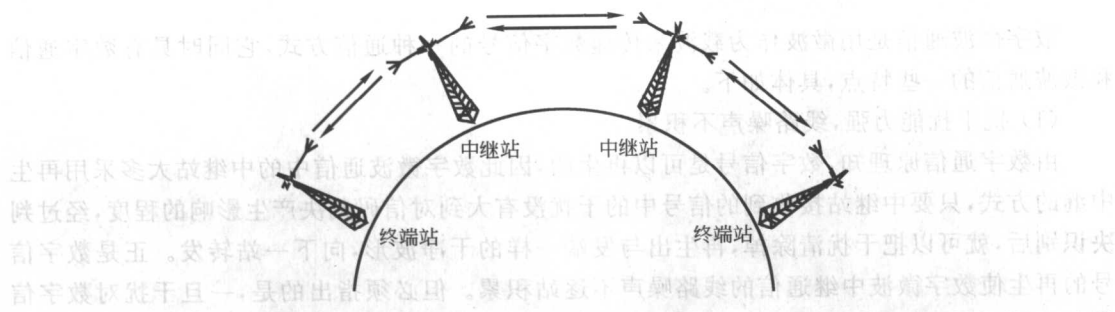


图 1-2 地面微波中继通信

在微波通信中,通常采用架高天线的方法,以满足相邻中继站间的视距传输需求。微波天线一般安装在铁塔、屋顶或山顶上,其高度应保证相邻中继站间的电波传播满足视距传播的要求。在架设天线时,可以适当利用地理条件(如山区)进行超视距微波中继通信,但一般以不超过 100~150 km 为宜,否则会因信号能量衰减,信噪比过分降低,而导致传输质量不可靠。

本书重点介绍地面微波中继通信。

2. 一点对多点微波通信

一点对多点微波通信(Point to Multi-point Microwave Communication)是一种分布式无线电系统,如图 1-3 所示,系统由中心站(基地台)和用户站构成。其中,中心站采用全向天线向四周发射,在周围 50 公里以内,可以有多个点放置用户站,用户站采用小型定向天线与中心站通信,从用户站再分出多路电话分别接至各用户使用。每个用户站可以分配十几或数十个电话用户,在必要时还可通过中继站延伸至数百公里外的用户使用。这种一点对多点微波通信系统对于城市郊区、县城至村镇或沿海岛屿的用户,以及分散的居民点十分适用,较为经济。

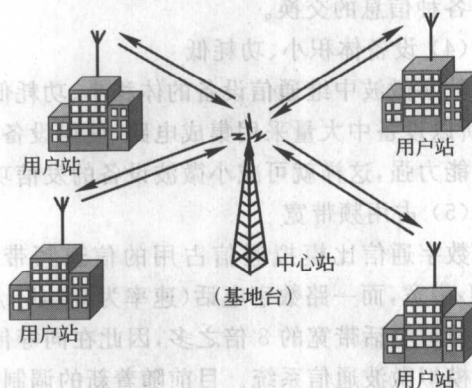


图 1-3 一点对多点微波通信

3. 微波卫星通信

微波卫星通信(Microwave Satellite Communication)是一种特殊的微波中继通信方式。其特殊性体现在将中继站设在离地面约 36 000 km 的地球同步通信卫星上,利用卫星上的微波转发设备,将地面站发射来的微波信号接收下来,并加以变频放大等处理后,再转发给另一地面站,完成中继通信任务,图 1-4 为其示意图。

4. 微波散射通信

这种通信方式是通过大气对流层不均匀气团的散射作用,将一部分微波信号反射回地面,从而实现远距离微波通信。其一跳通信距离(即一次跨越通信距离)可达数百公里,如图 1-5 所示。

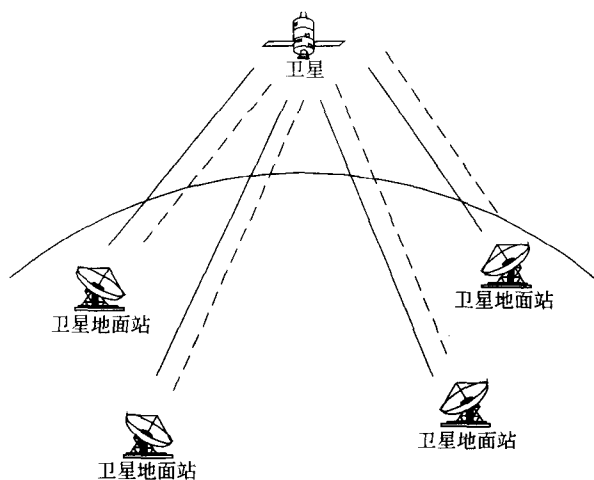


图 1-4 微波卫星中继通信

该方式需要采用大功率发射、高增益低噪声接收技术,才能保证通信的可靠性。这主要是因为利用散射到达接收端的微波信号,其强度过于微弱。为了减少和克服散射信号不规则变化带来的影响,还应采用分集接收技术。

微波散射通信主要用于军事微波通信方面,很少用于民用通信。

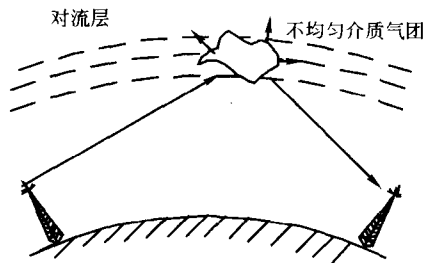


图 1-5 微波散射通信

1.1.5 地面微波中继通信的应用场合

与光纤通信和卫星通信这两种传输手段相比较,微波通信具有组网灵活、建设周期短、成本低等优点,特别适合于在山区、铁路等不便于铺设光缆的地区使用,目前主要应用在以下 4 个方面。

(1) 干线光纤传输的备份及补充

点对点的 SDH 微波、PDH 微波主要用于干线光纤传输系统在遇到自然灾害时的备用线路,以及由于种种原因不适合使用光纤的地段和场合。例如,在 1976 年的唐山大地震中,京津之间的同轴电缆全部断裂,而 6 个微波通道却全部安然无恙;90 年代长江中下游那场特大的洪灾中,微波通信又一次显示了它的巨大威力。

(2) 在农村、海岛等边远地区和专用通信网中为用户提供基本业务的场合,在这些场合可以使用微波点对点、一点对多点系统,微波频段的无线用户环路也属于这一类。

(3) 城市内的短距离支线连接

如移动通信基站之间、基站控制器与基站之间的互联、局域网之间的无线联网等,既可使用中小容量点对点微波,也可使用无需申请频率的数字微波扩频系统。

(4) 宽带无线接入(如 LMDS)

宽带无线接入技术以投资少、见效快、组网灵活等优势,在接入市场具有较强的竞争力,并

能在日趋激烈的高速数据业务竞争中快速占领有效市场。

作为宽带固定无线接入系统的代表,LMDS(本地多点分配业务)技术已日益成熟。LMDS 是 20 世纪 90 年代发展起来的一种宽带无线接入技术,能够在 3~5 km 的范围内,以点对多点的广播信号传送方式,传输话音、视频和图像等多种宽带交互式数据及多媒体业务,速率可达 155 Mbit/s。与光纤等有线接入手段相比,LMDS 具有建设成本低、项目启动快、建设周期短、维护费用低等诸多优势。

1.2 数字微波通信系统

1.2.1 数字微波通信线路的构成

1. 线路的组成

一条数字微波通信线路由终端站、中继站和电波空间组成,如图 1-6 所示。根据对接收信号的处理方式的不同,中继站又分为中间站、再生中继站和枢纽站,各站型的功能如下。

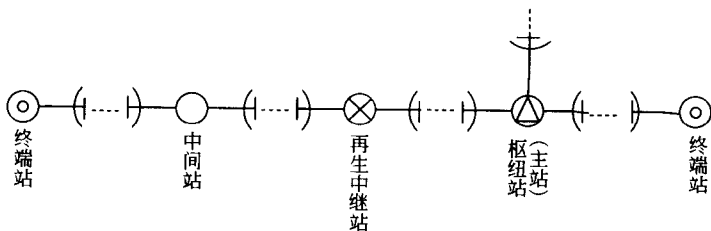


图 1-6 数字微波中继线路的组成

(1) 终端站

处于微波线路的两端或分支线路的终点。终端站只对一个方向收信和发信,配备复用设备和传输设备,收发共用一副天线。它的任务是将数字终端设备送来的 PCM 信号经中频调制后再进行上变频变成微波信号发射出去,同时接收传来的微波信号,将其下变频成中频信号并解调还原成 PCM 信号送往数字终端设备。终端站可上下所有的支路信号,并可作为监控系统的集中监视站或主站。

(2) 中间站

处于线路中间,只完成对微波信号的放大和转发,不上下话路。即中间站是将一个方向来的微波信号接收下来,经过处理后再向另一个方向发送出去,期间不分出和插入信号,因此中间站的设备比较简单,中间站可采用直接中继方式或外差中继方式。

(3) 再生中继站

处于线路中间,站上配有传输设备和分插复用设备,除了可以在本站上下部分支路外,还可沟通干线上两个方向间的通信。在监控系统中,再生中继站可作为主站,也可作为受控站。再生中继站只能采用基带中继方式。

(4) 枢纽站

处于干线上,完成数个方向上的通信任务,就其每一个方向来说枢纽站都可以看做是一个