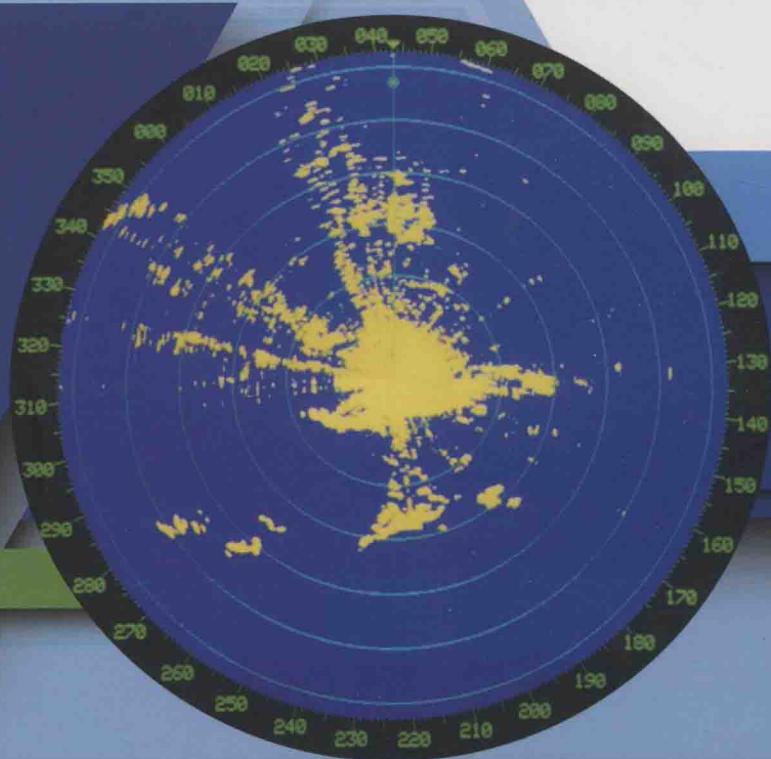


主 编 ◆ 房少军 王钟葆

数字微波通信



大连海事大学出版社

数字微波通信

主 编 房少军 王钟葆



大连海事大学出版社

© 房少军 王钟葆 2018

图书在版编目(CIP)数据

数字微波通信 / 房少军, 王钟葆主编. — 大连 :
大连海事大学出版社, 2018. 2
ISBN 978-7-5632-3610-7

I. ①数… II. ①房… ②王… III. ①数字通信—微
波通信 IV. ①TN925

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 029171 号

大连海事大学出版社出版

地址:大连市凌海路1号 邮编:116026 电话:0411-84728394 传真:0411-84727996

<http://www.dmupress.com> E-mail:cbs@dmupress.com

大连住友彩色印刷有限公司印装

大连海事大学出版社发行

2018 年 2 月第 1 版

2018 年 2 月第 1 次印刷

幅面尺寸:185 mm × 260 mm

印张:8.75

字数:215 千

印数:1 ~ 1 000 册

出版人:徐华东

责任编辑:王桂云

责任校对:张 华

封面设计:解瑶瑶

版式设计:张爱妮

ISBN 978-7-5632-3610-7 定价:20.00 元

内 容 简 介

本书全面论述了数字微波接力通信系统的构成、特点和基本原理,讨论了数字微波接力通信的基带信号的构成、调制与解调方法、微波收发信设备、天馈线系统、微波传播与抗衰落方法、波道切换系统、数字基带传输和 SDH 复接技术。针对沿海地区和海运部门的需求,本书专门介绍了数字微波接力通信系统在海岸电台中的应用情况。

本书可作为高校和研究所电子技术与通信工程类专业高年级本科生和研究生的参考书,也可供微波通信方向研究人员和技术人员参阅。

目 录

第1章 数字微波接力通信系统概述	1
1.1 微波通信的基本概念	1
1.1.1 微波通信及其分类	1
1.1.2 微波通信的特点	3
1.2 数字微波中继通信线路的构成	4
1.2.1 数字微波中继通信网框图	5
1.2.2 站型的配置	6
1.2.3 微波站的基本设备	7
1.3 微波线路的频率设置	8
1.3.1 频率配置应考虑的原则	8
1.3.2 单波道频率的设置	8
1.3.3 多波道频率的设置	9
1.3.4 数字微波频率配置方案举例	9
1.3.5 高站和低站	10
1.3.6 双极化	10
第2章 微波收发信机	11
2.1 微波发信机的组成及主要技术指标	11
2.1.1 发信机的组成	11
2.1.2 发信机的主要性能指标	12
2.2 微波收信机的组成与主要技术指标	13
2.2.1 收信机的组成	13
2.2.2 收信机的主要技术指标	14
2.3 热噪声与噪声系数	15
2.3.1 热噪声的产生及其性质	16
2.3.2 网络输入端热噪声的分析	16
2.3.3 网络组合对收信机噪声系数的影响	17
2.4 高频段的微波接力机	19
第3章 数字基带信号	20
3.1 引言	20
3.2 PCM 原理	21

3.3	PCM 时分多路复用	22
3.3.1	24 路 PCM/TDM 系统的帧结构	22
3.3.2	30 路 PCM/TDM 系统的帧结构	23
3.4	PCM 高次群复接	24
3.4.1	PCM 二次群的复接和分接	24
3.4.2	PCM 三次群和四次群	27
3.5	微波 SDH 传输技术	28
3.5.1	SDH 技术概述	28
3.5.2	SDH 速率等级和帧结构	32
3.6	数字信号的基带传输	35
3.6.1	基带传输模型	35
3.6.2	码间干扰和眼图	36
3.6.3	码间干扰的消除	37
3.7	码型变换	39
3.7.1	概述	39
3.7.2	常用码型	39
3.7.3	微波信道设备接口码型的变换	42
第4章	数字微波接力通信的调制与解调	46
4.1	二相调相与解调	46
4.1.1	绝对移相和相对移相	46
4.1.2	调相方法	47
4.1.3	二相调相信号的解调	49
4.2	四相调相系统	53
4.2.1	概述	53
4.2.2	四相信号的产生	54
4.2.3	四相信号的解调	59
4.3	提高频谱利用率的调制解调技术	62
4.3.1	八相 PSK 技术	62
4.3.2	十六进制正交调幅(16QAM)	66
第5章	天馈线和分路系统	70
5.1	微波天线	70
5.1.1	抛物面天线	70
5.1.2	卡塞格伦天线	74
5.1.3	格栅天线	76
5.2	馈线系统	76
5.2.1	馈线的形式	76
5.2.2	馈线元件	77

5.2.3	馈线与天线的连接	77
5.3	微波分路系统	78
5.3.1	分路系统	78
5.3.2	波道滤波器的安排顺序	79
5.3.3	隔离环行器与终端负载的作用	80
第6章	微波传播与衰落	81
6.1	微波在自由空间中的传播	81
6.2	微波在对流层大气中的传播	82
6.2.1	大气折射率	82
6.2.2	等效地球半径系数	83
6.2.3	折射的分类	84
6.3	地面对微波传播的影响	84
6.3.1	微波在光滑平面上的传播	85
6.3.2	微波在光滑球面上的传播	87
6.4	菲涅尔区与传播余隙	90
6.4.1	菲涅尔区及其半径	90
6.4.2	传播余隙	92
6.4.3	微波线路的分类	94
6.5	各种复杂球形地面引起电波衰落的计算	95
6.5.1	刃形障碍物的阻挡损耗	95
6.5.2	非刃形障碍物的阻挡损耗	96
6.5.3	工程上余隙的选定	98
6.5.4	计算举例	99
6.6	微波衰落	104
6.6.1	衰落的机理	104
6.6.2	多径传播与选择性衰落	107
6.6.3	衰落的统计特性	109
6.7	抗衰落技术	112
6.7.1	空间分集	112
6.7.2	频率分集	114
第7章	数字微波通信基带倒换系统	116
7.1	数字基带倒换系统的基本要求	116
7.1.1	倒换的特点	116
7.1.2	数字微波基带倒换系统的技术要求	118
7.2	数字微波基带倒换系统的构成	119
7.2.1	1+1 倒换系统的构成	119
7.2.2	$N+1$ 倒换系统的构成	122

第8章 数字微波接力通信系统举例 124

8.1 概述 124

8.2 海岸电台微波通信系统的构成 124

8.2.1 微波线路的组成 124

8.2.2 频率的设置与极化方式 125

8.2.3 基带信号的构成 125

8.2.4 系统设备的配置及信号传输过程 126

8.3 NEC-2500 数字微波通信设备简介 127

8.3.1 数字微波通信设备的组成 128

8.3.2 天线及微波分路系统 129

8.3.3 NEC -2500 主要电路框图简介 130

参考文献 132

第1章 数字微波接力通信系统概述

1.1 微波通信的基本概念

1.1.1 微波通信及其分类

微波是电磁波频谱中无线电波的一个分支,它是频率很高且波长很短的一个无线电波段,通常它是指频率范围在 300 MHz ~ 3 000 GHz 或波长范围在 1 m ~ 0.1 mm 的无线电波。微波波段,通常又划分为分米波、厘米波、毫米波和亚毫米波,其中厘米波是目前发展最成熟和应用最广的波段,所以它常被称为微波的典型。亚毫米波又称为超微波或远红外波,由于它目前尚未得到很好的开发,因此,对于是否把它归入微波范围以及它所包括的波长下限都暂时没有统一的意见。表 1-1 给出了电磁波频段的划分。

表 1-1 电磁波频段的划分

波段名称	频率	波长
长波	30 ~ 300 kHz	$10^4 \sim 10^3$ m
中波	300 ~ 3000 kHz	1 000 ~ 100 m
短波	3 ~ 30 MHz	100 ~ 10 m
超短波	30 ~ 300 MHz	10 ~ 1 m
微波(包括分米、厘米、毫米波)	0.3 ~ 300 GHz	1 m ~ 1 mm
亚毫米波	300 ~ 3 000 GHz	1 ~ 0.1 mm
红外波	$750 \sim 4 \times 10^5$ GHz	$0.4 \sim 7.6 \times 10^{-4}$ mm

同一频段内电波有大致相同的传播特性,不同频段则差别较大。例如,中长波绕射能力强,可沿地面传播;短波由电离层反射能力强,多利用电离层反射来进行远距离通信;而微波则只能在大气对流层中像光波一样做直线传播,即所谓的视距传播,其绕射能力弱,传播过程中遇到不均匀介质时,将产生折射与反射现象。

一般来说,各个频段的无线电波都可用于无线通信,因此有中长波导航、广播、通信,短波通信,超短波通信以及微波通信等。所谓微波通信(Microwave Communication),指的是利用微

波频段的无线电波来传递消息的一种通信方式。目前微波通信所用频段主要有 L 波段 (1.0 ~ 2.0 GHz)、S 波段 (2.0 ~ 4.0 GHz)、C 波段 (4.0 ~ 8.0 GHz)、X 波段 (8.0 ~ 12.4 GHz)、Ku 波段 (12.4 ~ 18 GHz) 以及 K 波段 (18 ~ 26.5 GHz)。

微波通信通常有地面微波接力通信、微波一点多址通信、卫星通信和微波散射通信。

1. 地面微波接力通信

微波在自由空间是以直线传播的,而地球是个椭球体,地面是个椭球面,两地距离大于视距 (50 km),就较难接收到对方发来的微波信号了。另外,微波在空间传播过程中,能量不断受到损耗,相位也会发生变化。因此,对于视距微波通信,为了获得比较稳定的传输特性,点到点的传输距离不能太远。为了实现地面上的远距离通信,需要每隔 50 km 左右设置一个微波中继站 (通常以 46 km 为一个标准段)。中继站把前一站传来的信号处理后转发到下一站去,这样一个站接一个站地传递下去,直到终端站,构成一条中继通信线路,我们把这种通信称为微波接力通信,图 1-1 所示为地面微波中继通信线路示意图。

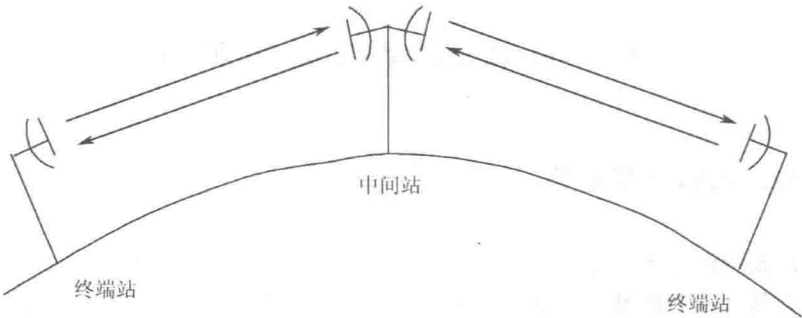


图 1-1 地面微波中继通信线路示意图

2. 微波一点多址通信

微波一点多址通信系统 (Point-to-multipoint Microwave Communication System) 是一种分布式的无线电系统,它在空间中从一点向多点传输信息,是由中心站 (基地站) 和次级站 (用户) 组成的通信网络,其示意图如图 1-2 所示。基地台应安装全向天线或能覆盖一部分区域的扇形天线,而在用户一侧设置面对基地台方向的小型定向天线,这样就可以建立起通信线路。



图 1-2 微波一点多址通信系统示意图

该系统一般采用一对多点的预定分配时分多址方式 (PA-TDMA),许多用户共用一种载频和一个基地台设备。因此,无线频率得到有效利用,而且设备利用率也很高。基地台的监控系统可高效地监控每个用户的线路状态和设备状态,并且能为用户进行维修。对于一些地址

分散、业务量小的用户系统,采用这种通信方式是很合适的。

3. 卫星通信

微波卫星通信(Microwave Satellite Communication)是一种特殊的微波接力通信系统,它的中继站设在离开地面 36 000 km 的天空中。这种系统的通信卫星的运行方向与地球自转方向相同,且围绕地球一周的时间为 24 h。因此,从地球上看来运行的通信卫星是相对静止的,所以称为同步通信卫星。通信卫星上有微波转发设备,它把地面站发射来的微波信号接收下来,经变频放大等处理后,再转发给另一个地面站,完成中继通信任务。图 1-3 所示的是卫星中继通信线路示意图。

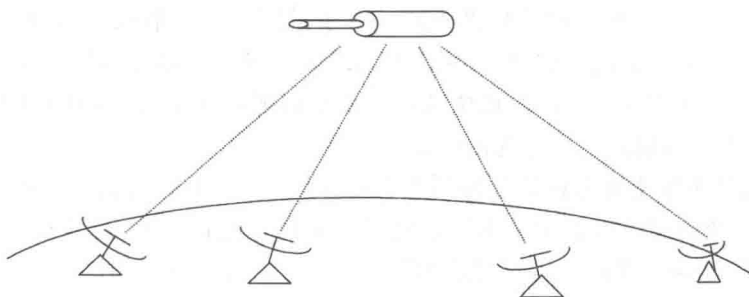


图 1-3 卫星中继通信线路示意图

4. 微波散射通信

这种通信系统是利用大气对流层不均匀团的散射作用,使一部分微波信号返回地面,实现远距离微波通信,其一跳距离(一次跨越通信距离)可达数百公里。不过通过散射到达接收端的微波信号已很微弱了,为了实现可靠通信,需要采用大功率发射以及高增益低噪声接收技术。同时,由于散射信号是不规则变化的,为了克服和减少这种变化的影响,还需要采用分集接收技术。

微波散射通信大多用于军事微波通信,一般较少用于民用通信。

微波通信还可以根据信道中所传输的信号形式来分类,通常可分为模拟微波通信和数字微波通信。前者是指信道中传输的是模拟信号,后者是指信道中传输的是数字信号。

1.1.2 微波通信的特点

1. 微波通信的主要特点

微波通信之所以得到迅速发展,是因为它具有以下几个主要特点:

(1)微波频段的频带很宽,可以容纳更多的无线电通信设备同时工作。由表 1-1 可知,全部中、长、短波频段的总频带不足 30 MHz,而微波仅厘米波段就占有 27 000 MHz,几乎是前者的 10^3 倍。显然,占有频带越宽,可容纳同时工作的无线电设备就越多,通信容量也就越大,而设备的相互干扰也可大大降低。

(2)微波通信设备工作频率高,因此收发信机的通频带很宽,多路复用可以容纳更多话路工作。与短波、超短波通信设备相比,在相同的相对通频带(即绝对通频带与载频的比值)条件下,载频越高,绝对通频带越宽。设相对通频带为 10%,当载频为 2 MHz 时,绝对通频带为 200 kHz;当载频为 2 GHz 时,绝对通频带为 200 MHz。所以一个短波通信一般只能容纳几个

话路,而一个微波设备可同时有成千上万个话路。

(3) 传输质量高,通信稳定可靠。微波波段受工业、天电和宇宙等外部干扰影响很小,所以其信道参数变化就很小。因此,微波信道的传输质量比较高,稳定性也很好。

(4) 天线增益高,保密性好。微波波段内波束以直线定向传播,故它可以采用高增益定向天线,来降低发射机输出功率,简化发信设备,并且提高了通信保密性。

(5) 方便灵活,成本较低。微波通信与其他波长较长的无线通信以及电缆通信相比,能克服地形带来的不便,有较大的灵活性,且成本较低,可节省有色金属,施工也较快。

2. 数字微波与模拟微波相比之特点

(1) 系统性能要求与质量评价标准不同。对于模拟微波传输系统,是按被传送基带信号波形的保真度高低来评价优劣的;而数字微波系统则按对被传基带信号的取值(或状态)判断的正确与否来评价优劣的。所以模拟微波传输质量以噪声功率大小(或信噪比)作为衡量指标,而数字微波电路则以误码率作为传输质量指标。

(2) 模拟微波系统主要考虑的是波形保真度,因此接收机的功能只是将基带信号检波出来。数字微波系统的接收机的功能不仅是要对基带信号进行检波,更重要的是对其取值(或状态)进行判别(如对二进制信号判别是“0”还是“1”)。所以解调器的构成也就不同,后者将增加判决再生以及基带信号处理部分。

(3) 数字微波传输信息可进行再生接力方式,这样便可避免模拟微波接力系统中的那种噪声积累。

(4) 模拟微波多路通信系统通常采用频分多路复用方式,而数字微波多路通信系统则采用时分多路复用,所以信号同步系统将是数字微波设备中的重要组成部分,且便于中间站上下话路和采用加密措施。

(5) 由于数字信号通常取离散的脉冲波形,因此信号频谱较模拟信号宽。随着传输容量的增大,信号所占频带更宽,多径衰落影响将加剧,对模拟系统的影响则较小。

(6) 数字微波系统除抗干扰性能较模拟系统强外,对基带信号便于根据需要进行处理,有利于实现集成化和数字化电路以及综合业务数字网的建立。

1.2 数字微波中继通信线路的构成

图 1-4 所示的是一个专用数字微波中继通信线路,其主干线长约 1 260 km,共有 34 个微波站,并有一些支线,加上总站和各地区程控汇接交换机的信息迂回转接,距离超过 2 500 km。此系统的主要任务是为这个专业部门提供生产调度、行政电话以及各种自动化数据信息传输等通信业务。

收发信机、天线、馈线等。

2. 数字终端复用设备

数字终端复用设备有话音与非话音业务的数字终端设备。对电话业务而言,数字终端设备的基本功能是把来自交换机的音频模拟信号变换成时分多路复用的数字信号,并送往高频系统设备;另一方面,把高频系统传送来的时分多路复用的基带数字信号变换成模拟电话信号,送到交换机去(采用数字程控交换设备的地方,终端设备可以进一步简化)。

数字电话终端复用设备主要包括脉码调制(PCM)基群终端机(有些系统还有采用增量调制数字电话方式)、高次群复接器和分接设备、保密机,等等。

3. 交换机

交换机用于不同用户之间的电话交换。这种交换可以是模拟交换,也可以是数字交换。

4. 用户终端

用户终端指直接为用户所使用的终端设备,如自动电话单机、书写电话机、调度电话机、电传机。

5. 流动站

流动站的用途是作为分散流动的业务点的通信联络,或作为干线发生故障时的一种应急手段。一般可以利用超短波电台及微波车来组成流动站。

6. 监控系统

监控系统是为微波中继通信线路能保持正常运行以及提供全线或部分设备实现无人值守而设的一套进行维护管理的辅助设备。

1.2.2 站型的配置

数字微波线路的组成形式有多种,但大多是一条主干线,中间有若干分支(见图 1-4)。在图 1-4 中,我们用“⊙”表示终端站,用“⊗”表示分路站,用“◎”表示主站(枢纽站),用“○”表示中间站,下面我们说明各种站的作用。

1. 终端站(Terminal Station)

处于线路两端或分支线路终点的站称为终端站。终端站的基本功能是在发信时,通过终端机的发信支路将各用户信号进行多路复用后汇合成群路信号,由微波信道机的发信通道进行调制与上变频,使之成为微波信号,然后通过天线向对方站发射出去;收信时,由天线接收对方站发射来的微波信号,由微波信道机收信通道进行下变频与解调,再经终端机收信支路分路,分出各用户信号。这种站上、下全部话路,配备数字微波传输系统的全套设备和 PCM 复用设备,可作为监控系统的集中监视站。

2. 中间站(Intermediate Relay Station)

中间站是线路中的中间转接站,如图 1-1 所示。它既可接收 A 向站发射来的微波信号,经过放大等处理后向 B 向站转发出去;又可接收 B 向站发射来的微波信号,经放大等处理后向 A 向站转发出去。简单地说,中间站在两个方向上只负责转发,本站不上(插入)、下(抽出)话路,仅起“接力”作用。

中间站可分为再生中继(基带转接)站、中频转接站、射频有源转接站和无源转接站。再生中继站对收到的已调信号解调、判决、再生,转发至下一方向的调制器。这是数字微波线路上中继站的基本站型,经过它可以去掉传输中引入的噪声、干扰和失真,体现出数字通信的优

越性。这种站上不需要配置倒换设备,应有站间公务联络和无人值守的功能。在中小容量系统中,若通信距离小于或等于标准站距,传播条件较好的区段上的中继站也可以不设调制解调机,直接在中频上转接。这样可以节省设备,但噪声、干扰和失真却逐站积累,所以不宜连续配置超过2~3个中频转接站。应当注意的是,微波振荡源的频率稳定度不高时,不允许中频转接,只能逐站再生。

在两个站之间距离不大,但中间有障碍物阻挡时,根据距离的大小和阻挡物的位置,可以采用无源转接站或有源转接站。当两站之间距离很近,阻挡物靠近一端,这时可以采用两面天线背对背放置,直接用馈线连接,构成无源转接。这种转接法引入插入损耗较大,只有在两站的正常收信电平偏离额定值不多时方可采用,否则就应采用有源射频转接,包括射频直接放大和移频两种方案。由于设备简单,耗电少,一般均采用太阳能电池供电,并配备蓄电池作备用。有源转接站应配备无人值守的监控设备。

3. 分路站(Channel-Group Control Switching Station)

处在线路中间,接收A向站(或B向站)发射来的信号,通过微波机收信通道进行下变频,经终端机从中分支出一部分话路(如 N 个话路);并插入一部分新话路(如 N 个新话路),再经微波机发信通道上变频,由天线向B向站(或A向站)转发出去。总之,分路站既要完成信号的转发任务,还要分出和插入一部分话路。这种站也配备有数字微波传输系统的全套设备和PCM复用设备,而且设备的数量往往多于终端站。它可以作为监控系统的监控站,也可以作为被控站。

4. 主站(Main Relay Station)或枢纽站(Junction Center Station)

承担三个以上方向的信号转接任务的分路站称为主站或枢纽站。这种站一般设置在大城市附近。

1.2.3 微波站的基本设备

由于各种微波站所承担的任务不同,其设备的组成也有所不同。图1-6给出了微波站单方向的设备组成框图,虚线框内的设备是微波站的基本设备,无论是何种微波站都必须具备。终端站只需安装一套图1-6中所示的设备,分路站需要两套,主站则需要更多;对于中间站来说,则需要安装两套虚线框内的设备。

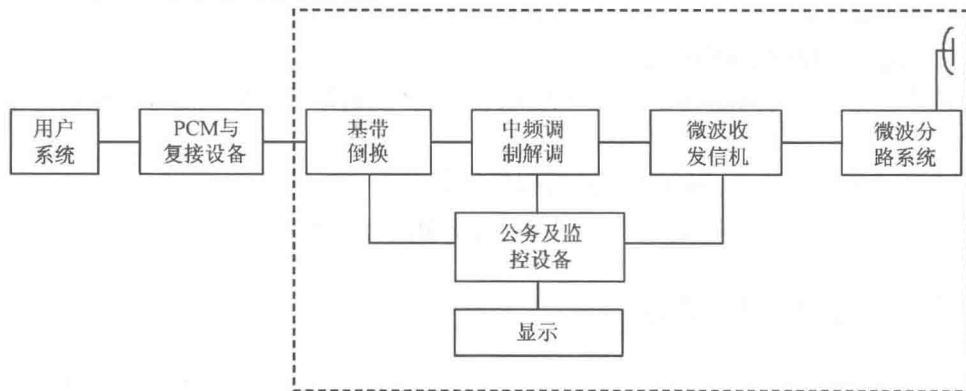


图 1-6 微波站单方向的设备组成框图

随着微波集成电路、混合集成电路和大规模数字集成电路的发展,数字微波设备的体积可以做得很小。目前国内的微波设备大都采用了国际上通用的条形结构,各组成部分自成单元,各单元可以很紧凑地排列,节省了空间,缩短了连线,便于维护。微波收发信机、调制解调机、倒换设备和公务及监控设备组成若干个单元,具体组合方式各个厂家不完全一样。

1.3 微波线路的频率设置

在微波站,每一套微波收发信机都工作在自己的微波频率上,各自组成一条独立的中继信道,我们称每一条独立传输信道为一个射频波道。一条微波线路有多个波道,因此频率的选择和分配比较复杂。

1.3.1 频率配置应考虑的原则

频率配置应包括各波道的收发信频率和收发本振频率。应考虑的最基本原则是使系统内的干扰最小及频谱利用率高。考虑因素有:

- (1) 在一个中间站,一个单向波道的收信和发信必须使用不同频率,而且要有足够大的间隔,以避免发送信号被本站的收信机收到,使正常的接收信号受到干扰;
- (2) 多波道同时工作时,相邻波道频率之间必须有足够的间隔,以免互相发生干扰;
- (3) 整个频谱安排需紧凑,使给定的通信频段能得到经济地利用;
- (4) 因微波天线塔的建设费用很高,多波道系统要设法共用天线,所选用的频率配置方案应有利于天线共用,降低天线建设总投资的同时满足技术指标;
- (5) 对于外差式收信机,不应产生镜像干扰。

对于中、小容量数字微波波道,如仍采用模拟微波波道配置方案,大概可以满足相邻波道的要求。在大容量数字微波系统中,采用现有模拟波道排列,要困难得多,但总原则不变。

在数字微波中,由于调制方式不同,码元速率也不同,频带宽度也不同。数字微波频率配置还应考虑如下几点:

- (1) 相邻波道间隔 $\Delta f_{\text{波道}} = X \cdot f_s$, 取 $1.5 < X < 2$, f_s 为码元速率, X 的下限取决于滤波器的选择性和允许的码间干扰量,上限取决于射频频带利用率;
- (2) 相邻收发间隔 $\Delta f_{\text{收发}} = Y \cdot f_s$, 取 $2 < Y < 4$, Y 的下限取决于滤波器的选择性和天线方向性,上限取决于射频频带利用率;
- (3) 频段边缘的保持间隔 $\Delta f_{\text{保护}} = Z \cdot f_s$, 取 $Z = 1$, Z 的选取要考虑到和邻近频段的相互干扰因素。

若射频的中心频率为 f_0 , 则 N 个波道所占据的带宽为

$$\Delta f_{\text{带宽}} = 2(N-1)\Delta f_{\text{波道}} + \Delta f_{\text{收发}} + 2\Delta f_{\text{保护}} \quad (1-1)$$

1.3.2 单波道频率的设置

在一条微波线路只有一个波道的情况下,其频率分配大多采用二频制方案,在线路的一个双向波道上,共使用两个不同的微波收发频率,这样每个中间站两个方向的发信频率相同,两

个方向的收信频率也相同,但收信和发信频率逐站更换一次。单波道设置的二频制方案如图 1-7 所示。

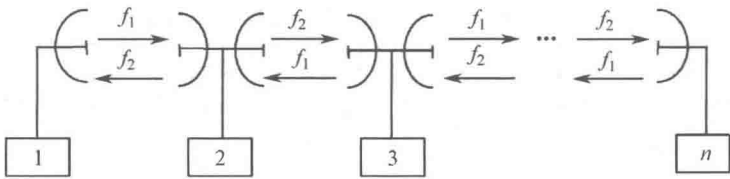


图 1-7 单波道设置的二频制方案

1.3.3 多波道频率的设置

采用二频制并多波道同时工作时,射频频率的设置有两种方法。一种是收发频率相间排列,这种方法一般不采用;另一种是收发频率集体排列,目前大多采用这种方法,也叫分割制。图 1-8 是 6 个波道收发频率集体排列的实例。由图可知,每站的各个波道的发、收频率分别相对集中。频率 1,2,⋯,6 集中在低频端;频率 1',2',⋯,6' 集中在高频端。每个站的半个频段用于发射,另半个频段用来接收,在下一站则反过来。在集体排列的方案中,相邻收(或发)信频率间隔可以小一些,而收发频率间隔却可以选得大一些。这样安排,6 个波道所占用的频带仍较节省。更重要的是,集体排列方案在共用天线问题上有显著优点。当波道数小于 3 时(三个波道工作时可采用 1、3、5 波道或 2、4、6 波道),同一方向收信和发信可共用一副天线。这样每个中间站只需要采用两副天线。

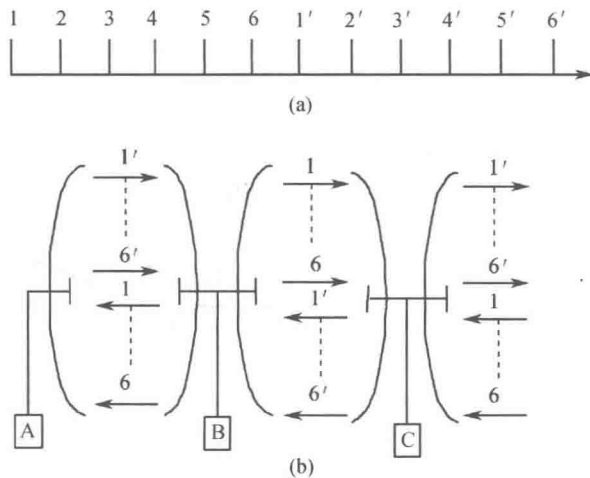


图 1-8 6 个波道收发频率集体排列

1.3.4 数字微波频率配置方案举例

对于数字微波通信系统的频率配置,国际无线电咨询委员会(CCIR)正在逐步提出相应建议书。为了使数字微波与模拟微波能在同一个频段上兼容传输,凡是某个频段上已有模拟微波频率配置方案的,数字微波基本上可按该方案的规定执行。我国根据 CCIR 的建议,并考虑