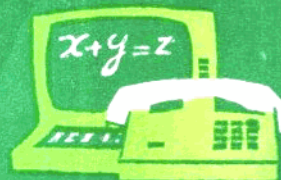


现代通信技术知识



现代通信技术知识

中国人民解放军总参谋部通信部

中国人民解放军战士出版社出版发行
中国人民解放军第一二零二工厂印刷

开本：787×1092 毫米 1/16 • 印张 34 • 字数 848,000

1981 年 10 月第一版（北京）

1981 年 10 月第一次印刷

前 言

随着我国科学技术，特别是电子科学技术和电子工业的发展，我军的通信装备和通信技术也在不断地更新和提高。许多现代先进通信技术逐步被采用，各种比较先进的通信设备相继装备到部队。随着我军通信现代化发展，对各级通信指挥人员提出了更高的要求。因此，广大通信干部，特别是各级通信指挥干部，迫切希望了解和掌握一些比较先进的现代通信技术知识，以便更好地组织指挥所属部队进行战备训练。为了解决各级通信指挥干部训练上的急需，本部组织编写了这本《现代通信技术知识》教材。本书也可作为一般通信技术干部扩大知识面的参考资料。

本书着重介绍了十二种通信技术，力求深入浅出地讲清各种通信技术的基本概念和科学道理，同时也尽可能结合实际装备，加以必要的理论分析。为了开阔眼界，对国外某些先进的现代通信技术也作了适当的介绍。为便于集训和自学，全书十二个课题的前后安排既有联系，又可自成一体。但由于科学技术日新月异，加之编者水平所限，时间仓促，书中的错误和不足之处在所难免，诚恳地希望读者同志批评指正，以便将来再版时修正和补充。

本书是参考通信学院的教材和其它有关资料，分工编写而成的。其中，“微波接力通信”由通信学院教员罗秋国同志编写；“对流层散射通信”与“地下通信和 underwater 通信”由总参通信研究所试验大队工程师赵志法同志编写；“卫星通信”由通信工程学院教员陈九治和罗秋国二同志编写；“激光通信”由通信工程学院教员王岳安同志编写；“光缆通信”由总参通信研究所工程师李信茂同志编写；“大容量载波电话”由总参第一通信总站技师刘家勇同志编写；“长途电话自动接续”由沈阳军区通信总站技师迟军同志编写；“数字电话”由通信学院教员马耀中同志编写；“快速电报”由武汉军区第一通信总站工程师周荣德同志编写；“图象通信”由通信学院教员季卜枚同志编写；“电子计算机的原理及其在军事通信中的应用”由通信学院教员徐建门同志编写。罗秋国和马耀中二同志还担负了全书的审修任务。本书的全部插图由罗秋国同志绘制。

在整个编写过程中，武汉军区通信部作了大量的组织领导与后勤保障工作，通信学院等单位给予了大力的支持和帮助。在此，我们表示衷心的感谢。

总参谋部通信部

一九八〇年十月

目 录

第一章 微波接力通信	(1)
§ 1—1 微波通信概述	(1)
一、什么是微波和微波通信	(1)
二、微波通信的特点	(2)
三、微波接力通信的优缺点	(2)
§ 1—2 微波接力通信线路的构成	(3)
一、线路上各类站的区分及频谱变换	(3)
二、标准参考电路	(4)
三、微波接力通信系统信号的传输过程	(5)
四、多波道运用	(6)
§ 1—3 频率分配	(7)
一、频率分配的主要原则	(7)
二、960路微波接力通信系统使用的频段	(7)
三、每个频段内波道频率的分配	(7)
四、接力站每个波道收发信频率的配置	(8)
五、“高站”和“低站”	(8)
§ 1—4 各种类型微波站的设备组成	(9)
一、终端站的设备组成	(9)
二、中间站的设备组成	(9)
三、主站式枢纽站的设备组成	(9)
四、分路站的设备组成	(9)
§ 1—5 微波收发信机	(11)
一、功用	(11)
二、组成及工作过程	(11)
三、主要部分简介	(14)
§ 1—6 天线、馈线及分路系统	(18)
一、天线	(18)
二、馈线系统	(19)
三、分路系统	(19)
§ 1—7 微波元器件	(21)
一、波导	(21)
二、基本微波元件	(22)
三、谐振腔	(22)
四、滤波器	(23)

五、微波铁氧体器件.....	(24)
§ 1—8 电话调制机.....	(26)
一、功用.....	(26)
二、组成及工作过程.....	(27)
§ 1—9 电视调制机.....	(30)
一、功用.....	(30)
二、组成.....	(30)
§ 1—10 微波联络机.....	(35)
一、功用.....	(35)
二、群频频谱及频率分配.....	(35)
三、电路组成及工作过程.....	(36)
四、主要部件简介.....	(38)
§ 1—11 波道倒换机.....	(40)
一、波道备用自动倒换的一般概念.....	(40)
二、960路微波接力通信系统波道备用自动倒换原理.....	(40)
三、波道倒换机与其它机架的连接及信号的传输过程.....	(41)
四、波道倒换机的功能.....	(43)
§ 1—12 微波接力通信的发展与展望.....	(44)
一、设备构成.....	(45)
二、调制方式.....	(45)
三、使用频段.....	(45)
第二章 对流层散射通信.....	(47)
§ 2—1 对流层的基本知识.....	(47)
一、地球及其外围空间.....	(47)
二、对流层的结构和成分.....	(48)
三、对流层中大气运动的基本形态.....	(48)
四、对流层的主要物理特性.....	(51)
§ 2—2 对流层散射传播.....	(55)
一、概况.....	(55)
二、解释对流层散射传播的各种理论.....	(56)
§ 2—3 对流层散射信道的特性.....	(59)
一、信号衰落特性.....	(59)
二、传输损耗特性.....	(62)
三、带宽特性.....	(67)
§ 2—4 对流层散射通信可靠性的保证.....	(69)
一、影响对流层散射通信可靠性的因素及提高通信可靠性的一般措施.....	(69)
二、分集接收技术.....	(70)
§ 2—5 对流层散射通信的优缺点.....	(75)
一、对流层散射通信的优点.....	(75)

二、对流层散射通信的缺点	(76)
§ 2—6 山峰绕射传播	(76)
一、山峰绕射传播的原理	(76)
二、障碍增益	(77)
三、山峰绕射电路的传输损耗	(78)
四、山峰绕射传播的优点	(79)
五、实用价值	(80)
§ 2—7 对流层散射通信的进展	(80)
一、国外对流层散射通信的状况	(80)
二、数字对流层散射通信的进展	(84)
三、我国对流层散射通信概况	(86)
§ 2—8 对流层散射通信电路的建立	(87)
一、电路设计的主要指标	(87)
二、电路设计步骤	(88)
三、电路预测	(92)
四、选定站址	(92)
五、确定性能,提出使用建议	(92)
第三章 卫星通信	(93)
§ 3—1 卫星通信概述	(93)
一、什么是卫星通信	(93)
二、通信卫星和通信卫星系统的类型	(93)
三、静止卫星通信线路	(95)
四、卫星通信的主要优缺点	(98)
§ 3—2 静止通信卫星	(100)
一、概述	(100)
二、位置和姿态控制分系统	(101)
三、天线分系统	(105)
四、通信分系统(空间转发器系统)	(106)
五、遙测——指令分系统	(107)
六、电源分系统	(108)
七、静止通信卫星的发射	(108)
§ 3—3 卫星通信地面站	(111)
一、概述	(111)
二、天线系统	(112)
三、发射系统	(114)
四、接收系统	(115)
五、终端系统	(116)
六、监控系统	(118)
七、电源系统	(119)

§ 3—4 卫星通信的通信体制	(119)
一、什么是卫星通信的通信体制	(119)
二、卫星通信的两种主要的通信体制	(119)
三、多址技术	(120)
§ 3—5 卫星通信的发展趋势	(122)
一、加强星体的综合研究	(122)
二、开辟新波段	(123)
三、改进卫星天线,如采用成形波束天线等	(123)
四、采用新体制	(123)
§ 3—6 我国卫星通信的发展动态	(124)
第四章 地下通信和水下通信	(125)
§ 4—1 地下通信	(125)
一、概述	(125)
二、地层的电气特性	(127)
三、地下通信的几种传播方式	(130)
四、地下通信的工作频率	(134)
五、关于“上——越——下”传播方式的埋地天线	(136)
六、“上——越——下”传播方式的接收点场强	(139)
七、关于噪声问题和通信距离	(142)
§ 4—2 水下通信	(144)
一、无线电水下通信	(144)
二、水声通信	(152)
§ 4—3 地下通信和水下通信的进展	(158)
一、地下通信的进展	(158)
二、水下通信的进展	(159)
第五章 激光通信	(163)
§ 5—1 预备知识	(163)
一、光波和光子	(163)
二、激光形成的基本原理	(171)
§ 5—2 激光通信概述	(177)
一、激光——理想的光频载波	(177)
二、激光通信的特点	(179)
三、激光通信的基本原理	(179)
§ 5—3 几种通信用的激光器	(180)
一、掺钕钇铝石榴石(Nd^{3+} : YAG)激光器	(180)
二、二氧化碳(CO_2)激光器	(181)
三、砷化镓(GaAs)半导体激光器	(183)
§ 5—4 激光调制	(186)
一、激励电源直接调制	(187)

二、电光调制	(187)
§ 5—5 激光解调	(189)
一、两种探测接收方式	(189)
二、几种常用的激光探测器	(191)
§ 5—6 光学天线	(192)
一、发射天线	(192)
二、接收天线	(195)
§ 5—7 大气信道	(195)
一、大气组成	(195)
二、大气衰减	(196)
三、大气湍流	(198)
§ 5—8 大气激光通信系统	(198)
一、半导体激光通信系统	(198)
二、CO ₂ 激光通信系统	(201)
三、卫星激光通信系统	(203)
结束语	(204)
第六章 光缆通信	(206)
§ 6—1 概述	(206)
一、光纤通信的由来	(206)
二、光纤通信的突出特点	(208)
三、光纤通信系统的组成	(210)
§ 6—2 光纤的导光原理	(214)
一、从光的三大定律谈起	(214)
二、光纤的导光原理	(215)
三、光纤中的传播模式及其分布	(217)
§ 6—3 光纤的传输损耗	(221)
§ 6—4 光纤的失真现象	(222)
一、延时失真与色散效应	(222)
二、反射式光纤的延时失真	(223)
三、自聚焦式光纤的延时失真	(223)
§ 6—5 光纤在通信中的应用	(224)
一、合理选择光纤的种类	(224)
二、耦合与连接	(224)
§ 6—6 超大容量的光纤传输	(233)
一、光频率复用	(233)
二、光空间复用	(233)
三、光时分复用	(233)
§ 6—7 光纤通信的中继器和中继距离	(234)
一、两种中继器	(234)

二、中继距离是怎样决定的	(236)
§ 6—8 几种光缆通信系统	(237)
一、短距离光缆通信系统	(237)
二、长距离光缆通信系统	(238)
三、光缆数字通信网	(239)
§ 6—9 发展中的光缆通信	(239)
一、日新月异的光纤通信	(239)
二、前程似锦	(241)
第七章 大容量载波电话	(243)
§ 7—1 大容量载波电话概述	(243)
一、什么是大容量载波电话	(243)
二、大容量载波电话系统组成	(243)
三、大容量载波电话系统的特点	(244)
§ 7—2 大容量载波电话机	(246)
一、ZL-3型晶体管60路平衡电缆载波电话系统	(246)
二、小同轴电缆300ZDL-12型载波电话系统	(252)
三、Z-1800型中同轴电缆载波系统	(258)
四、更大容量的同轴电缆载波机	(264)
§ 7—3 大容量载波电话的信道	(265)
一、高频对称电缆	(265)
二、同轴电缆	(270)
§ 7—4 大容量载波通信的现状与展望	(277)
一、现代中同轴电缆载波的系列	(277)
二、大容量载波频谱的组成	(277)
三、高度稳定的载波频率	(278)
四、性能优异的增音机	(278)
五、载波通信的展望	(278)
第八章 长途电话自动接续	(280)
§ 8—1 长途电话自动接续概述	(280)
一、长途电话的接续方式	(280)
二、长途电话自动接续的概念	(281)
三、关于全国统一编号的问题	(284)
§ 8—2 自动电话的概念	(286)
一、自动电话单机(分机)介绍	(286)
二、自动电话总机的基本概念	(287)
§ 8—3 3ZDL-20型载波电话用户线式自动接续器	(297)
一、概述	(297)
二、主机盘(用户端)	(298)
三、付机盘(局端)	(300)

四、安装与维护注意事项	(301)
§ 8—4 QD-2型自动拨号中继器	(302)
一、概述	(302)
二、发端电路介绍	(303)
三、收端电路介绍	(304)
四、全机公用机盘的作用	(306)
§ 8—5 B-15HJ-I 型长途电话自动接续机	(306)
一、概述	(306)
二、工作过程	(309)
三、对防止回漏信号影响拆线的说明	(313)
四、主要技术性能	(314)
五、安装开通及使用维护	(315)
第九章 数字电话	(317)
§ 9—1 数字电话概述	(317)
一、从模拟电话到数字电话	(317)
二、什么是数字电话	(317)
三、数字电话的特点	(318)
§ 9—2 二进制与数字通信	(321)
一、二进制	(321)
二、二进制在数字通信中的应用	(325)
§ 9—3 脉码调制	(327)
一、脉码调制的概念	(328)
二、抽样和抽样定理	(330)
三、脉码解调	(332)
四、脉码调制	(334)
§ 9—4 增量调制	(337)
一、增量调制的概念	(337)
二、增量解调器	(338)
三、增量调制器	(339)
四、增量调制与脉码调制的比较	(342)
§ 9—5 时分制多路数字电话	(343)
一、时分制多路数字电话的概念	(343)
二、脉码调制多路数字电话	(344)
三、增量调制多路数字电话	(346)
四、高次群和传输码	(349)
§ 9—6 数字通信及其发展方向	(351)
一、关于数字通信	(351)
二、数字通信的发展方向	(352)
第十章 快速电报	(356)

§ 10—1 快速电报概述	(356)
一、简单的数字电报	(356)
二、快速电报	(357)
§ 10—2 实现快速传输的方法	(360)
一、三种调制方式	(360)
二、串行码和并行码的变换	(364)
三、多路并发与多元调制	(367)
§ 10—3 抗干扰编码的概念	(367)
一、编码的基本知识	(367)
二、码的检、纠错能力与码距 d 的关系	(371)
三、定比码	(371)
四、差错控制的基本方式	(372)
§ 10—4 循环码的概念	(374)
一、什么叫循环码	(374)
二、循环码的编码	(375)
三、循环码的译码	(377)
§ 10—5 快速电报终端设备	(381)
一、600波特快速电报终端设备	(381)
二、300波特快速电报终端设备	(390)
第十一章 图象通信	(395)
§ 11—1 概述	(395)
一、什么是图象通信	(395)
二、图象通信的方式	(396)
§ 11—2 宽带高速传真	(397)
一、别开生面的电报	(397)
二、宽带高速传真的特点	(402)
三、宽带传真通信系统的组成及其原理	(407)
§ 11—3 可视电话	(415)
一、能传声透影的电话	(415)
二、摄像与显像	(416)
三、可视电话的组成及使用	(426)
四、可视电话的种类	(431)
五、可视电话网的组成和中继方式	(432)
六、可视电话的应用与发展	(433)
§ 11—4 大屏幕显示	(437)
一、什么是显示技术	(437)
二、大屏幕显示在现代战争中的作用	(438)
三、大屏幕显示的方法	(439)
四、大屏幕显示系统的组成	(443)

§ 11—5 书写电话·····	(446)
一、能说会写的电话·····	(446)
二、书写部分的工作原理·····	(451)
三、电话部分的工作原理·····	(458)
四、使用与维护·····	(463)
第十二章 电子计算机的原理及其在军事通信中的应用 ·····	(467)
§ 12—1 电子计算机概述·····	(467)
一、电子计算机的分类与发展·····	(467)
二、电子计算机的组成·····	(469)
三、电子计算机的特点及应用·····	(472)
§ 12—2 二进制算术运算和数字逻辑基础·····	(474)
一、二进制的运算·····	(474)
二、逻辑运算·····	(477)
三、基本逻辑部件·····	(486)
§ 12—3 电子计算机的组成及工作原理·····	(495)
一、运算器·····	(495)
二、存储器·····	(498)
三、控制器·····	(506)
四、输入、输出设备·····	(513)
五、整机工作原理·····	(518)
§ 12—4 电子计算机在军事通信中的应用·····	(522)
一、电子计算机在现代通信中的具体应用·····	(522)
二、电子计算机在电话交换系统中的应用·····	(522)
三、电子计算机在电报转发系统中的应用·····	(527)

第一章 微波接力通信

如何提高信道利用率，始终是电信技术发展中的一个重大课题。而要提高信道利用率，就要设法在一条信道上，同时传送多路信号，而且互不干扰。有线电载波通信和无线电多路通信，都是能够有效地提高信道利用率的通信系统。

大家知道，短波的频段范围很窄，所能容纳的电台数目有限，容易互相干扰。当利用短波进行双边带无线电通信时，每个信道只能传送一路信号，即使用缩减频带宽度的单边带通信方式，通信路数的增加，也是极其有限的。同时，短波通信的可靠性和稳定性比较差，受昼夜、季节变化的影响大，在发生磁暴、极光、核爆炸时，短波通信会因电离层的骚动而极不稳定，甚至完全中断。

为了扩大通信容量，提高信号的传输质量，无线电多路通信必须利用超短波。我军目前装备的无线电多路通信设备，如63-A型接力机和A350型接力机，都是轻型接力机，通信路数比较少，因此工作在超短波的米波波段。工作在米波波段的通信设备，受频带宽度的限制，通信容量一般为几路至几十路。

当需要进一步扩大通信容量，远距离的传送几百路、几千路电话信号或一路至数路电视信号时，就必须利用波长更短的微波波段，进行微波接力通信。

微波接力通信和米波接力通信，都是接力通信，这是它们的共性。但因运用的波段不同，故必然会具有不同波段互相区别的特点。

本章着眼于微波接力通信与短波通信和米波接力通信的区别，结合我国自行设计和制造的4GHz-960路微波接力通信设备，介绍一下微波通信的特点，微波接力通信系统的构成，信号的传输过程，频率分配方案，站上各种设备的作用、组成、工作物理过程，以及微波接力通信的发展和展望。通过介绍，使大家对微波接力通信有一个概略的了解。

§ 1-1 微波通信概述

一、什么是微波和微波通信

利用微波波段的无线电波进行的通信，叫做微波通信。那么，什么是微波呢？

所谓微波，通常是指波长在1m~1mm（频率为300MHz~300000MHz）的电磁波。微波的频段并无严格的规定，通常认为包括分米波（频率为300MHz~3000MHz，波长为100cm~10cm）、厘米波（频率为3000MHz~30000MHz，波长为10cm~1cm）和毫米波（频率为30000MHz~300000MHz，波长为1cm~1mm）。另外，对几十千兆赫以下的频段，还有更为详细的划分法，但各国的划分法不尽一致，表1-1所示，仅为其中之一例。

表 1-1 微波常用波段划分

波 段	P	L	S	C	X	K	Q	V
波长 (cm)	100~75	75~20	20~7.69	7.69~4.84	4.84~2.75	2.75~0.833	0.833~0.652	0.652~0.533
频率(GHz)	0.3~0.4	0.4~1.5	1.5~3.9	3.9~6.2	6.2~10.9	10.9~36	36~46	46~56

微波通信使用的频段，多数在1~20GHz范围。目前实际应用较多的是2、4、6、11GHz频段。而毫米波正在从微波波段中分出来，把它作为无线电通信中的另一重要分支加以研究。

二、微波通信的特点

微波通信之所以能够得到迅速的发展和广泛的应用，是因为它具有许多为其它波段所没有的特点，主要是：

(一) 微波的频段范围很宽，从300MHz~300000MHz 计算，就有 299700MHz，几乎等于米波以下所有各频段宽度总和的 1000倍。因此，在微波波段可以容纳很多互不干扰的宽频带通信电路。这在当前无线电频谱拥挤的情况下，是一个十分可贵的优点。

(二) 微波波段频率很高，所以微波收发信设备的通频带可以做得很宽。这样，就可利用一套设备，传输电视信号或大容量的电话信号。例如，我国目前生产的 960 路微波设备，一个波道就可传送 960 路电话，或者一路彩色电视。

(三) 因为工业干扰和天电干扰的主要频谱成分，比微波频率低得多，对微波通信的危害，比对短波和米波小得多，因而微波的传输质量比较高。另外，微波的传播不受季节和昼夜变化的影响，故工作稳定性高。

(四) 对于口面一定的抛物面天线，其增益是与波长的平方成反比的，波长愈短，增益愈高。由于微波的波长短，可以在合理的几何尺寸下，做出增益高、方向性强的天线。例如 960路微波设备采用的二次反射抛物面天线，口面直径为3.2m，天线增益约 40db，方向图主瓣半功率点张角为1°~2°。这样，不仅可以大大降低发射功率，而不至于影响接收质量，而且也增强了微波通信的保密性。

但是，微波具有类似光波的特性，在空间主要是直线传播，也可以从物体上得到反射。它不能象中波那样，沿地球表面传播，因为地面会很快把它吸收掉；也不能象短波那样，可以经电离层反射，传播到地面上较远的地方，因为它会穿透电离层，进入宇宙空间，而不再返回地面。

根据微波传播的这一特点，目前利用微波进行远距离通信的方式主要有：地面微波接力通信、卫星通信和对流层散射通信，如图 1-1 所示。

三、微波接力通信的优缺点

如上所述，微波在空间一般是沿直线传播的，但由于地球表面是个曲面，所以，微波在地面上的传播距离受到了限制，一般仅为 50km 左右。为了进行远距离的微波通信，常在两个通信点之间设立多个接力站，按照接力的方式，将信号一站一站地依次传递下去。由于相邻接力站分布在几何视线距离内，因此，这种接力通信方式，叫做视距微波接力通信，它是发展最早，技术最成熟，使用最广泛的一种微波远距离通信方式。

微波接力通信具有许多突出的优点，主要是：

1. 能够提供长距离、宽频带、大容量的信道，信号的传输质量很高。
2. 能够传送电话、电视、传真、电报和数据等多种信号。
3. 微波接力线路，能够通过有线电路难于通过或不易架设的地区(如高山、水面等)，故有较大的机动灵活性。
4. 与相同容量和长度的电缆载波通信比较，微波接力通信的电路建设投资少，见效快，节约有色金属。
5. 因为微波接力线路是点和点之间的连接，所以，比起有线电路来，抵抗水淹、台

风、地震等自然灾害的能力比较强，因而可靠性比较高。

因此，微波接力通信得到了迅速的发展，不仅与电缆载波通信一起，成为电信部门长途通信的主要手段，而且在军事通信中和在国民经济各部门，也得到了广泛的应用。

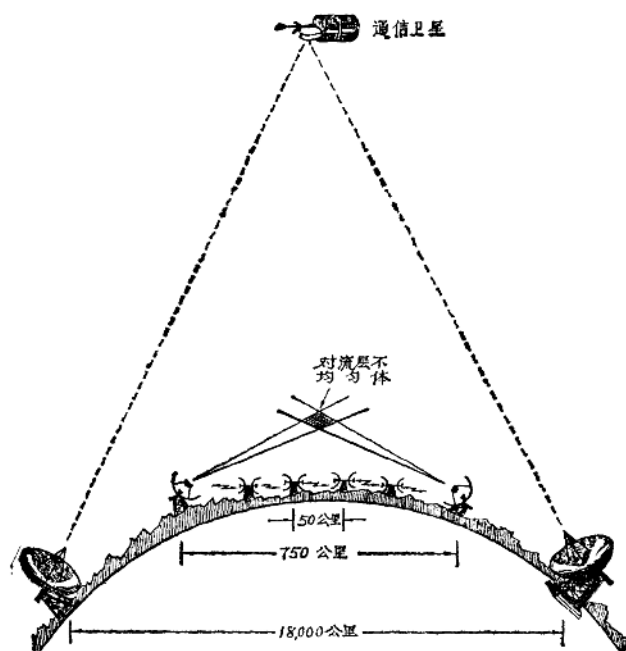


图 1-1 微波远距离通信的方式

当然，微波接力通信，也有它的缺点，例如：相邻站之间必须直视，不能有任何障碍物；通信距离受天线高度和接力站数目的限制；与同轴电缆通信系统比较，荫蔽性和保密性较差；微波接力通信设备比较复杂，对天线、馈线的质量要求较高；平时的使用维护需要耗费大量的人力、物力；使用维护人员必须具有较高的技术水平等。但这些都是发展中的问题，在现代科学技术条件下，是能够逐步得到解决的。

§ 1-2 微波接力通信线路的构成

一、线路上各类站的区分及频谱变换

整个微波接力通信线路，是由线路两端的终端站和线路中间的许多接力站组成的。

终端站同长途台和电视台连接，它的任务是完成基带信号的发送和接收。即将载波机房送来的群频信号，或由电视台送来的图象和伴音信号，调制为 70 MHz 中频信号，再变换到微波频率上，发射出去；同时，将从收到的微波信号中解调出来的群频信号，送往载波机房；图象和伴音信号，送往电视台。

接力站的任务，是完成微波信号的转发与分路。其中，又有三种类型的站：

1. 主站和枢纽站

需要分出或加入话路、分出或加入电视，同时在进行话路转接时，群频信号要经过超群解调的接力站，称为主站。其中，需要进行四个方向以上线路转接的接力站，称为枢纽站。主站（或枢纽站）一般都设在大城市的郊外。

2. 分路站

需要分出或加入一部分话路，但在进行话路转接时，群频信号一般不作超群解调，而加分路设备，把需要分出或加入的话路，用滤波器滤出后，再进行调制和解调。这样，设备比较经济合理，同时又提高了线路质量。分路站一般设在专区一级的城市。

3. 中间站

不分出或加入话路和电视，只是将收到的微波信号加以变频、放大，再向下一站转发的接力站，称为中间站。

在微波接力线路上，这四种类型的站中，终端站、主站、枢纽站、分路站，都要进行调制——解调，故也可统称调制站。图 1-2 示出了微波接力线路的组成和各种类型站的频谱变换。

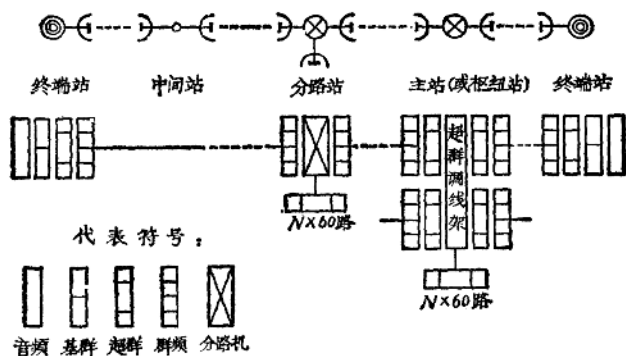


图 1-2 微波接力线路的组成及各类站的频谱变换

二、标准参考电路

为了保证通信质量，各种干线电路，如电缆载波线路和微波接力线路，都应有一个规定的传输质量标准，而为了便于各种通信方式的干线电路之间互相转接，又要求这些传输标准能够统一，其中最主要的是要求它们具有相同的信号噪声比，即噪声标准一致。为此，国际电信联盟无线电咨询委员会(CCIR)制定了微波接力通信的标准参考电路，用以指导系统、设备的设计和构成。我国 960 路微波接力通信系统，就是按照国际电联无线电咨询委员会(CCIR)的规定标准，进行设备总体和线路设计的。

对于 60 路以上的频分复用/调频(FDM/FM)制微波接力通信系统，标准参考电路规定如下：

参考电路总长为 2500 km，共分 9 个长度相等的调制段（所谓调制段，就是两个主站之间的区间。每个调制段的长度为 278 km），每个调制段又分 6 个接力段，即在每个调制段中可设 5 个中间站，只作微波信号的转发。这样，全线路共有 54 个接力段，平均距离为 46.3 km。在 9 个调制段中，可以有 3 个音频转接段（两个终端站合起来算作一个），能分出或插入话路；3 个基群转接段，可分出或插入若干个 12 路组；3 个超群转接段，可分出或插入若干个

60路组。这就是说，在 2500 km 的线路上，容许有 8 处开口，上、下话路。标准参考电路如图 1-3 所示。

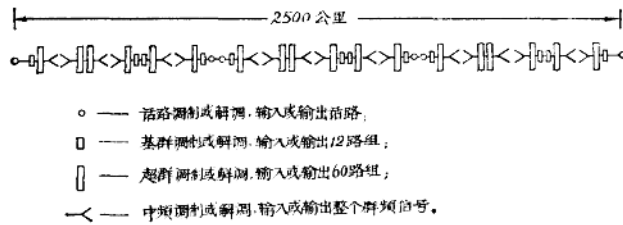


图 1-3 2500km 电话标准参考电路

至于电视，其标准参考电路和电话的相同，只是因为电视在需要开口处，只能输入或输出视频信号，即进行视频调制或解调，而不存在基群和超群转换的问题，所以，在 2500 km 的线路上，共分 3 个调制段，即容许两处开口，进行视频转接。

实际使用的电路，虽然线路长度、结构、接力站距等不尽相同，但传输质量应该和这个假定的参考电路相差不多。

三、微波接力通信系统信号的传输过程

下面，我们以 960 路为例，说明多路电话（或电视）信号的传输过程，如图 1-4 所示。

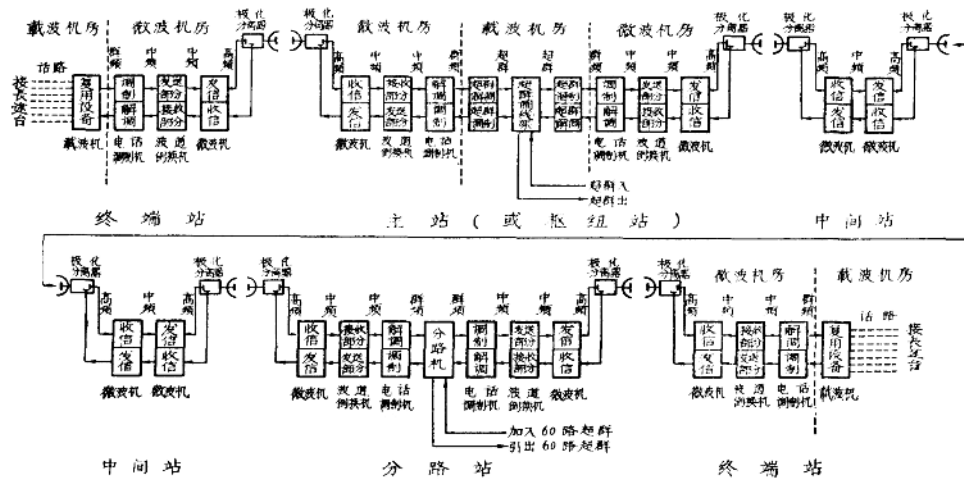


图 1-4 电话波道接力系统方框图

在发端终端站，由长途台送来的几百路电话信号，被引入载波机房的复用设备（载波机）后，经话路调制、基群调制和超群调制，组合成 960 路群频信号，其频谱为 60~4028KHz。这个群频信号（或直接由电视台来的图象和伴音信号，其频谱分别为 0~6MHz 和 50Hz~10KHz），用电缆引入微波机房后，首先被送到电话（或电视）调制机中，对 70MHz 中频进行调频，得到 70MHz 的调频信号，经波道倒换机送至微波发信机，进行发信混频，通过混频，