

B-845C 载波电话机 单路

中国人民解放军 高射炮兵学校训练部

一九八一年九月

前 言

《B—845 C型单路载波电话机》系通信专业学员队训练教材。

本教材是以军委炮兵下发的《通信专业干部训练大纲》为依据，以上海无线电二十四厂1973年出厂的定型机器为样机，以总参通信部出版的《B—845 C型单路载波电话机》为参考材料编写而成的。考虑到未来发展的需要，部分内部超出了训练大纲的要求，并以“※”号为记，训练中可根据不同情况参考选用。

第二地面炮兵学校部分通信教员参加了本教材的编写工作，在此表示诚挚的谢意。

由于我们专业理论水平不高，实际经验缺乏，本教材在学术内容、深广度、文字等方面难免存在一些缺点和错误，希望在使用中提出批评与改进意见，以便今后修订提高。

高射炮兵学校训练部

一九八一年九月

目 录

前言

第一章 载波电话通信基本原理	(1)
第一节 载波电话通信基本概念	(1)
一、什么叫载波电话	(1)
二、载波电话有哪些优点	(2)
三、载波电话通信的基本原理	(4)
第二节 传输电平概念	(18)
一、什么是电平,为什么要采用电平	(18)
二、绝对电平与相对电平	(19)
三、电平在通信中的运用	(25)
四、电平加减的计算方法	(27)
五、传输电平的测量	(29)
第三节 无源网络	(31)
一、二端网络	(32)
二、四端网络	(46)
三、滤波器	(62)
第四节 非线性元件	(83)
一、线性与非线性元件	(83)
二、非线性元件的畸变作用	(85)
三、非线性元件变频的概念	(87)
第二章 整机概述	(89)
第一节 战术技术性能及结构	(89)
一、用途	(89)
二、战术技术性能	(89)
三、结构	(92)
第二节 方框电平图	(93)
一、方框图	(93)
二、各主要点电平	(93)
三、发、收话过程	(95)
第三节 操作使用	(95)
一、使用前的准备工作	(95)
二、直达运用	(96)
三、转接	(100)

四、野战载波站的开设与撤收	(103)
第三章 通话回路部件分析	(105)
第一节 差分系统(混合电路)	(105)
一、作用	(105)
二、要求	(105)
三、电路分析	(106)
第二节 发送调制器与接收调制器	(112)
一、用途	(113)
二、主要要求	(113)
三、电路分析	(113)
四、关于载漏及其他	(118)
第三节 载频振荡器	(119)
一、用途	(119)
二、主要要求	(119)
三、电路分析	(120)
第四节 放大器	(125)
一、发送放大器	(125)
二、接收放大器	(131)
三、音频放大器	(134)
第五节 滤波器	(136)
一、收、发低通滤波器	(136)
二、高通滤波器	(138)
三、辅助带通滤波器	(140)
四、方向带通滤波器	(143)
五、线路滤波器	(147)
第六节 可变衰耗器	(152)
一、衰耗器及用途	(152)
二、可变衰耗器	(153)
第七节 均衡器	(154)
一、什么是均衡器	(154)
二、衰减均衡器	(155)
三、音频均衡器	(156)
第四章 振铃设备	(159)
第一节 振铃发送电路	(159)
一、振铃发送过程	(159)
二、振入控制电路	(159)
三、500周振荡器	(161)
第二节 振铃接收电路	(162)

一、振铃接收过程	(162)
二、500周收铃器	(162)
三、25周振荡器	(166)
第五章 电源供给	(170)
第一节 交流供电	(170)
第二节 直流供电	(170)
第三节 电源防护电路	(171)
第六章 整机电路	(172)
第一节 电源及测试电路	(172)
第二节 收、发铃电路	(173)
一、发铃电路	(173)
二、收铃电路	(174)
第三节 收、发话电路	(174)
一、发话电路	(174)
二、收话电路	(175)
第七章 测试与调整	(177)
第一节 测试设备介绍	(177)
第二节 自测	(179)
第三节 几项主要指标的测试方法	(180)
一、收、发电平测试	(180)
二、振铃发送电平测试	(181)
三、载漏电平测试*	(182)
四、净衰耗测试	(183)
五、收铃器灵敏度测试*	(184)
六、振铃通话试验	(185)
七、通路频率特性测试	(185)
八、电路稳定度测试*	(187)
九、全程振幅特性测试*	(188)
十、同步测试介绍*	(189)
第四节 其它测量调整	(190)
一、安全检查	(190)
二、继电器测量调整*	(191)
三、保安器的清洁调整	(192)
四、电池的测量维护	(192)
第五节 定期测试内容	(192)
一、野战或野营时测试内容	(192)
二、固定使用时测试内容	(193)
第八章 维护和检修	(194)

第一节 维护与保养	(194)
一、一般情况下应注意的事项	(194)
二、使用时应注意的事项	(195)
三、定期检查	(195)
第二节 故障处理原则	(195)
第三节 检修的一般原则、方法和步骤	(195)
一、检修的一般原则	(195)
二、检修的一般方法	(196)
三、检修步骤	(197)
第四节 故障的检修	(197)
一、故障现象	(197)
二、故障产生的基本原因	(198)
三、故障的判断、压缩	(198)
四、常见故障及处理	(204)
五、几个主要部件的检修*	(207)
六、整机杂音的检修*	(215)
第五节 检修半导体载波机的一般常识和注意事项*	(216)
第六节 抢通与代通介绍	(218)
附表 (73年机器)	(221)
一、变压器参数表	(221)
二、元件数据表	(222)
三、电压电平——电压换算表	(240)
四、1—99的自然对数表	(241)
五、测试记录卡	(242)
附图	(243)
一、B—845(6,7) C型单路载波电话机原理图 (73年)	
二、B—845(6,7) C型单路载波电话机接线图 (73年)	
三、印刷电路板图 (六种)	(244)
附录	(248)
一、73年定型后的机器与70年出厂机器的不同点	(248)
二、元件数据表 (70年)	(250)
三、B—845(6,7) C型单路载波电话机原理图 (70年)	
四、B—845(6,7) C型单路载波电话机接线图 (70年)	

第一章 载波电话通信基本原理

第一节 载波电话通信基本概念

为了更好地掌握载波电话通信的基础理论，从而更好地指导实际操作使用及维护，首先介绍下载波电话通信的基本原理。了解什么是载波电话？与普通音频电话有什么不同？为什么要用载波电话？怎样实现载波电话通信，以便使我们懂得载波电话的性质，认识它和音频电话的区别。

一、什么叫载波电话

载波电话也叫高频电话。它和音频电话有什么区别呢？

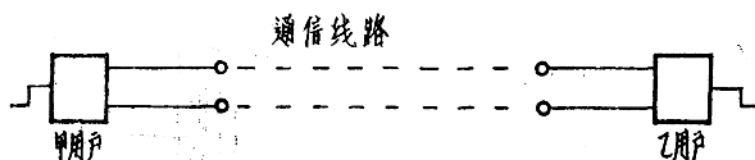


图 1—1 音频电话通信

图 1—1 是将两部普通电话单机通过线路联接起来的音频电话电路。当甲用户对电话单机的送话器讲话时，送话器把声波变成音频电流，这个电流的频率大约以几百周到几千周，我们把这个频带叫做音频频带，此音频频带电流经过通信线路传输到乙用户，乙用户的受话器再把音频电流还原成声波而实现通话，这种通信方式称为音频电话通信，或者叫做实线电话。它是最普通的一种电话通信。用这种普通的电话单机，在一对通信线路上只能有一对用户进行通话。如果在—对通信线路上有两对以上的用户同时讲话，就会互相干扰无法通话，如图 1—2 所示。

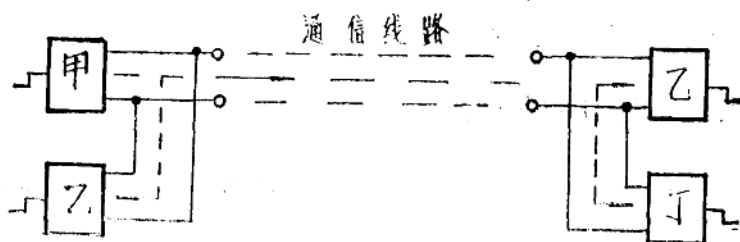


图 1—2 音频电话的互相干扰

从图1—2中可以看出：甲用户讲话，其他三个用户都能听到，这显然是不允许的。由此可见音频电话在一对通信线路上只能允许一对用户讲话。但是，在有线长途电信的各项设备中，线路是最昂贵的部分，线路的价值占全部通信设备价值的95—98%。假如一对通信线路上只通一路音频电话，线路的利用率则是很低的。怎样才能提高线路的利用率呢？为了提高线路的利用率，人们在反复不断的实践过程中研究出一种设备叫做载波电话机。运用载波电话机可以在一对通信线路上实现多路通信，也就是可以有多个用户在一对通信线路上同时通信而互不干扰。例如在图1—3中只有一对通信线路，且有一对用户（甲、乙）在通话。当我们加装了载波电话机，其中一对载波用户如丙、丁就可以通过载波电话机也在这对线路上通话，而与用户甲、乙的通话互不干扰。这是什么原因呢？其道理是：用户丙讲话的音频电流，通过载波电话机时，在音频电流的基础上加上了一个高频电流，音频电流就变成了高频电流送到线路上。这种高频电流只有通过对方的载波电话机，才能还原成用户丙原来的音频电流，所以只有丁用户才能听到丙用户的讲话。这样，就在—对线路上实现了两对以上用户同时通话。这种电话通信叫做载波电话通信。因为载波电话机是把音频变成高频来传送的，所以载波电话也叫高频电话。载波电话机也可以叫做高频复用设备，习惯上通称载波电话机，简称载波机。

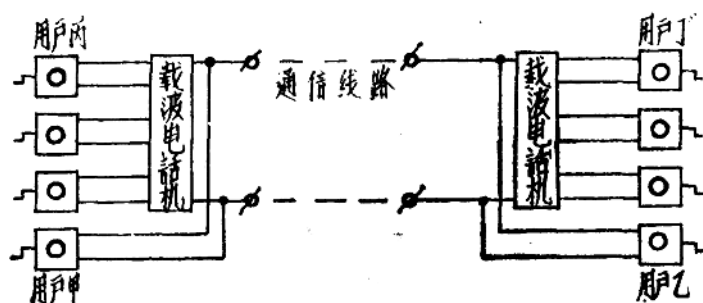


图1—3 用载波电话机实现多路通信

在一对通信线路上，除了音频电话外，能增加一路载波电话用户的载波电话机，就叫做单路载波机，如B—845C型单路载波机；能增加三路载波电话用户的载波电话机，就叫做三路载波机，如3ZD型和3ZD—8型三路载波电话机；能增加十二路载波电话用户的载波机，就叫做十二路载波机，如312型和12ZD型十二路载波机等。

这种原理也可以应用到电报通信上，使电报通信多路化。用在电报通信上的载波机叫做载波电报机。这种通信称为载波电报通信。

二、载波电话有哪些优点

我们之所以大量采用载波通信，就是由于载波电话在有线通信中具有音频电话所达不到的优点。例如：

（一）载波电话可以大大提高线路利用率（或称线路的复用）

前面已经说过，使用载波机可以在一对通信线路上实现多路通信，从而大大提高了线路

的利用率。由于在电话通信中线路建设的投资费用很大,需要大量的金属材料和木材或水泥,特别是长途有线通信线路,投资费用更为昂贵。因而,提高线路的利用率具有很大的经济意义。为此,从电报和电话开始发展的时候起,就力求更加有效地利用通信设备,力求能沿同一线路同时进行几路或更多路数的电话通信,以充分发挥通信线路的潜力。如在一对3mm铜线的架空明线线路上,利用载波电话,可以装一套三路载波机,再装一套十二路载波机,这条线路就可以使16对用户同时进行通话。线路利用率相应地提高了十六倍。但是,各种通信线路使用载波机有一定的限度,例如铁线线路一般只能开通三路载波机,铜线线路一般也只能比铁线再多开十二路,更多路的电话,在高频电缆线路上才能开通。

(二) 载波电话可以提高通信距离和质量

音频电话由于线路上的衰耗,通话距离有很大的限制。例如,3mm铁线线路的允许通信距离为65Km(公里);3mm铜线线路的通话距离为300(公里)。载波电话由于载波机中装有各种放大器,还可以在线路中加装增音机,因此可以使通话的距离大大增加,而且还能保持足够的音量。现代载波电话机中还有许多调节设备,可以在很长的距离上保持良好的通信质量,这也是音频电话不可比拟的突出优点。

*附: 音频电话通信距离的确定

如果我们用架空明线或电缆把安装在两地的两个电话机连接起来,就能实现最简单的长途电话通信。现在我们所用的电话机,它的送话器发出的功率为1mW,信号通过线路传输,在接收端电话机的受话器里能得到1μW的功率才能听得清楚。根据这种要求,通信线路所容许的衰耗为3.45N。

为了使通话质量更有保证,一般规定:在频率为800HZ(周)时,两个电话机之间允许的最大线路衰耗为3.3N,在这个条件下,传输质量就被认为是合乎标准的。这样在直径4mm的钢线双线回路上采用3.3N衰耗时,可使通信距离达到195Km,而且在直径4mm的铜线双线回路上,则可达到1200Km。

实际上,长途电话都不是简单地将两部电话机直接相接而成的,用户电话机必须经过用户线路、电话站(电话交换机)、中继线路(两通信站的连接线路)和长途站以后,才接到长途线路上。因此,应把两部电话机之间的允许衰耗3.3N合理的分配给每一部分,如图1—4所示。由此可知,长途线路衰耗不应大于1.3N。

如果以1.3N作为线路的最大允许衰耗,并已知各种不同类型的长途线路的衰耗常数后,便可求得音频电话的容许通信距离,如表1—1所示。

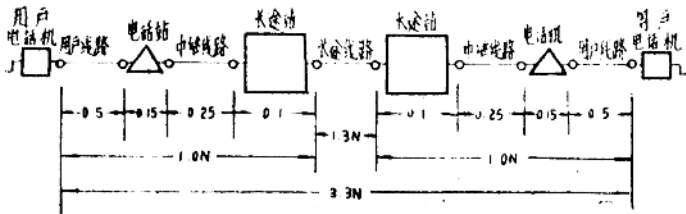


图1—4 音频电话通信距离的确定(允许衰耗分配)

线路类别	导线材料	导线或芯线的直径 (mm)	衰耗为1.3 ^N 时的允许通信距离(Km)
架空明线(双线)	钢	3.0	65
架空明线(双线)	"	4.0	80
架空明线(双线)	铜	3.0	300
架空明线(双线)	"	4.0	500
不加感电缆	"	0.9~1.4	20~40
加感电缆	"	0.9~1.4	60~130

(三) 载波电话比音频电话保密性好

一般音频电话,在线路上传输的是音频频带,只要在线路上挂上一只普通电话机就可以听到双方的通话。而载波电话在线路上传送的是高频频带,用一般的电话机挂在线路上是听不懂的。因此载波电话比较保密。

综上所述可以得出:虽然载波电话和音频电话都是有线电话通信设备,但由于载波电话较之音频电话具有上述一“多”、二“远”、三“保密”的优点,所以它成为我军有线电话通信的主要方式。

三、载波电话通信的基本原理

前面说过,早期的电话通信,一对导线只能传输一对音频电话,通信距离愈远,需要导线就愈长,很不经济。所以如何提高线路的利用率,以实现通信的多路化,一直是电信技术发展过程中的一个重要问题。

载波电话的本质是多路通信。目前实现通信多路化存在着两大体制。即:频分制和时分制。所谓频分制就是设法把各个用户信号的频谱安排在一些不相重叠,相互区分开来的频带内,使之在线路上互不干扰地传输,从而提高线路利用率实现多路通信,而时分制则是设法把各个用户信号的传输按时间区分开来,每一用户按规定时间轮流占据线路,从而实现多路化。

频分制和时分制目前都有使用。在使用数量上,绝大多数是频分制。但是,在短距离对称电缆和其它情况下,根据时分原理制成的脉码通信发展很快,随着计算技术的广泛应用,将会有更广阔的发展前途。

频分制在当前多路复用中还是主要形式。习惯上往往把这种形式的通信和载波通信或模拟通信等同起来,而把时分制通信和脉码通信或数字通信归纳在一起。

本教材所论述的载波通信,一般是根据习惯所指的频分制通信。为了更好地掌握载波通信的基本原理,下面侧重地叙述频率搬移和单边带传输的概念。

(一) 频率搬移与单边带传输

1. 频率搬移的概念

频分制的基本内容是研究频率的划分。

我们从通信信号和通信线路的特点可以知道〔参看(一)——附〕电话信号的频谱一般为0.3~3.4KHZ；而拿架空明线3.0mm铜线为例，所能传输的频谱为0~150KHZ。所以对比通信信号的频谱与线路所能传输的频谱可以发现，由于线路可能传输的频谱远远超过一个电话信号的频谱，这就为以频分制来实现多路通信提供了条件。

在频分制中最基本的概念是频率搬移。所谓频率搬移就是把原始通信信号的频谱通过某一部件搬移到线路所能适应的传输频谱上去。

图1—5是频率搬移过程的示意图。从图中可以看出如何利用频率搬移以实现多路通信的简单过程。

图中甲地各个用户，在讲话时由话机中的送话器将语音变成原始电话信号，设其频谱皆为300~3400HZ。这一相同的原始电话信号频谱(一般叫做话音频谱)经过载波机被搬移到线路传输频谱的各个不同位置，如图1—5所示，然后在线路上互不干扰地从甲地送到乙地。在乙地再由载波机把这些不同频率位置的信号搬回到原话音频谱，最后由各对应用户的受话器收听。这一整个过程就完成了利用频率搬移实现多路通话的任务。

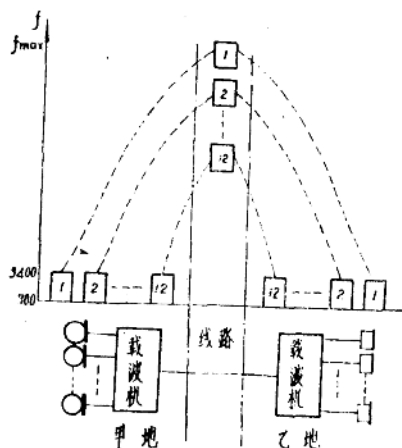


图1—5 频率搬移过程示意图

由此可见，我们在说到频率搬移时是指把频率“搬上去”，也指把频率“搬下来”(还原)这两个相反的过程。概括地说，凡频率以原来位置搬移到新的位置都叫做频率搬移。

“频率搬移”有时也叫做“频率变换”，简称为“变频”。用什么方法来实现频率搬移呢？在载波机里变频这一步骤是通过一种叫“变频器”的部件来完成的。载波机里的变频器实际上是由两个单独的部件组成的，一个是调制器，另一个是滤波器。图1—6为变频器的组成和工作原理示意图。图中f为话音信号频谱300~3400赫，F为载波信号的频率(简称载

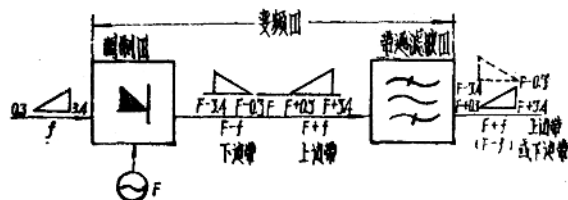


图1—6 变频器示意图

频)，它的数值根据频率搬移的需要来决定。例如，需要把话音频谱300~3400赫搬移到12300~15400赫的频率位置上去，则载频F应为：

$$(12300 \sim 15400) - (300 \sim 3400) = 12000 \text{ 赫}$$

图中调制器工作原理，本书将分别在第一章第四节及第三章第二节中详细讨论，这里先引用

它的主要结论。

当300~3400赫的语音信号加至调制器时，由于有载频 F 同时作用，在调制器输出端将产生 $F+300\sim F+3400$ 和 $F-300\sim F-3400$ 的频带，我们称前者为上边带，后者为下边带。这两个边带虽然频率范围与原语音信号不同了，但都保持有原语音信号的振幅与频率关系的特征。例如在上边带中，各频率的振幅是与原语音频带中各相关频率的振幅是一成比例对应的，用直角三角形表示时（参看图1—6），代表上边带的 Δ 与原语音频带的 Δ 是一致的；而在下边带中，其高低频率的振幅关系恰与语音频带中高低频率的振幅关系相反，于是图中代表下边带的 $\triangle$ 就与原语音频带的 Δ 倒转过来了。这种倒转现象，称为频带倒置。必须指出，频带倒置并不丧失原语音信号的特征。

上述以正、反三角形代表上、下边带的表示法在以后分析变频程序作频谱图时经常要遇到，望加以注意。

2. 单边带传输：

继续观察1—6图。调制器输出端既然产生了两个都具有原始语音信号特征的上下边带，那么，我们就可以只选择其中的任意一个作为传输的对象，而将另一个抑止掉。抑止另一个无用边带的任务，就由变频器中的另一部件滤波器来完成。因此，信号在变频器输出端的频带位置就是频率搬移的结果。

在载波机中，这种仅传输一个边带，另一个边带与载频信号受抑制的方式，称为单边带载频抑制传输制。

采用单边带载频抑制传输制的主要优点是：

（1）在占用频带方面，比双边带载频一起传输的方式窄一倍多，亦即在同样的频带宽度内，使通话路数增加了一倍多。

（2）双边带载频一起传输时，由于载频振幅大，易使放大器过负荷，如采用单边带载频抑制方式，就可以避免放大器过负荷，减小非线性畸变。

（3）抑制载频可以避免由传输载频而产生的单频干扰以及由载频和一个边带交调而产生的路际串话。

不过事物都是一分为二的，单边带载频抑止传输制也有缺点：

（1）接收时要恢复载频，而且必须与被抑制的发送端载频同步（参看第三章第三节）。

（2）要求调制器和滤波器对载频的抑制有较高的能力等等。

对比以上优缺点，优点是主要的，缺点在某种程度上是可以克服的。因此，绝大部分载波机都采用单边带载频抑制的传输方式。

*附：通信信号的基本特点与通信信道（仅限有线）的基本特性

1. 通信信号的基本特点

（1）电话信号

电话信号就是人的语音。语音是由强弱和高低互不相同的声音所组成，例如男人的声音中低音多，女人则高音多，可见语音不是单一的频率而是由一个频带所组成，通常语音的频段约为80~8000赫。在电话通信中一般只传送这个频段中的一部分频段。当传送的频段愈宽，传输质量就愈高，语音就愈逼真，但是通路利用率降低，不经济。作为通话，只要保证一定的了解度和清晰度就够了，实践证明，对语言清晰度最重要的频带是500~2000赫。

一般供铁路通话用300~2000赫，
供短程载波用300~2700赫，
供远程载波用300~3400赫。

目前国际，国内所通用的，传输一个电话信号的频带宽度（可简称为话路带宽）有两种制式：一种是宽频带制，语声频谱被限制在300~3400赫范围内；另一种是窄频带制，语声频谱限制为300~2700赫。这两种话路频宽通过大量的统计实验可证明都有很高的语声清晰度。至于具体确定宽、窄，则除了前者比后者带来了更高的清晰度和自然度外，还考虑了在话路里传送电报等信号以及经济、技术的合理性问题。

（2）广播信号：

在广播中，除了语音外经常要掺入和播送音乐等文娱节目。为了使人们听起来悦耳动听，故对其逼真度要求很高，显然不能象电话信号那样以语声清晰度为主要依据。因此，也就不能使传输频带过窄，一般广播信号都要求有比较宽的频带，目前A型广播频带为50~10000赫，B型广播频带为50~6400赫，约为电话频带的三倍。如果利用载波设备来传输广播信号，就需要把三个电话通路合并起来使用，即在实际传输中，传一路广播就相当于传三路电话。

（3）电报信号

电报信号是一种传递文字的通信方式。它的传输是按预定方式先将文字编成电码，然后用发报机发出电报信号，对方则用收报机接收下来。通常采用的电码有不均匀电码（或称莫尔斯电码）和五单位均匀电码两种，而後者的应用更为广泛。电报信号的频带宽度决定于通报速率。通报速率以“波特”为单位，即一秒钟内传送一个单元电码的速率就称为1波特。例如，电传打字机是我国当前电报机中的主要机种，现在常用的速率，为50波特（也有75波特和100波特的），也就是一个单元电码的持续时间为：

$$t_s = \frac{1}{50} \text{ 秒}$$

所以，电报信号的基波频率为：

$$f = \frac{1}{2t_s} = 25 \text{ 赫}$$

如果传送时除送出基波外，还送出三次谐波，则频宽为0~75赫。所以通常就说电报信号的频带宽度在0~80赫或0~100赫范围内。

但是，我国的电报通信在有载波电路的地方，都采用载波传输，并且有调幅制和调频制的区别，因而其频宽也有某些差别。由于载波传输是多路通信，这一路电报与另一路电报之间需要留出一定的频率间隔，所以一路调幅制电报的频带宽度约需120赫，一路调频制电报的频带宽度则约需140赫。因此，在300~3400赫电话通路里用来传送电报信号时，考虑了在靠近300赫和3400赫处保留一些频率间隔，可传送24路调幅制电报或16路调频制电报。

（4）传真信号

传真通信是传送静止图象或真迹文字（如文件、新闻等）的一种通信形式。它是利用光与电相互转换的原理来达到通信的目的。其频带宽度根据传送速度和质量的的不同而异。在习惯上把只占用一个话路频带传送传真信号的机器称为单路传真机，占用12个话路或60个话路

的频带来传输传真信号的传真机称为12路传真机或60路传真机等。占用频带越宽,传输速率也越快。它们的最高图象频率为:

单路传真机 (对300~3400带宽) 约1242赫

(300~2700带宽) 约828赫

12路传真机 32千赫

60路传真机 188千赫

以(宽带)单路传真机为例,若载频为1800赫,则其频带宽度为 $(1800 - 1242) \sim (1800 + 1242) \approx 558 \sim 3042$ 赫。

(5) 电视信号:

在我国现行的广播电视中,采取了每帧由625行组成,每秒钟传送25帧,并且采用隔行扫描的制度。按照这种制度,电视图象信号的最高频率约为6兆赫。

另外,伴音信号频谱约为50赫~10千赫。

如用载波电话设备传输电视信号,则一个电视信号需占用300个话路。

(6) 数据信号:

数据通信是近年来发展较快的一种新的通信方式。但是它的含义目前还没有明确和统一的概念。通常认为数据通信的任务是把数据信号从甲方传输到乙方,而且通过计算机对数据进行计算、处理和分析等等,并将结果送回给用户。由于载波通道是目前数据信号的主要传输通道之一,因此,与本书有关系的只是其中的传输部分。

数据通信的传输速率是以每秒多少二进制单位来衡量的,记作“比特/秒”(比特dit为二进制单位的缩写)。通常应用的速率有200比特/秒、600比特/秒、1200比特/秒、2400比特/秒等。利用一个载波话路来传输数据,目前可达的最高速率为9600比特/秒。更高的速率可以利用12个话路或60个话路来传输。

2. 通信信道的基本特性:

由于通信线路的任务就是为了将原始信息的电信号或光信号,从一个地区传输到另一个地区,沟通两地区间的通信联络。所以,所谓通信线路,可以概括地说就是电磁波经过的路径。它分为两大类。一类是广阔的天空,称为无线信道;另一类是实在的导体,称有线传输线路。

有线传输线路又可分两大类。一类是传输光信号的光导纤维及其组合而成的光缆传输线路;另一类是传输电信号的电线及其组合而成的电缆传输线路。后者又可分为架空明线、被复线、对称电缆、同轴电缆等数种。下面分别对有线通信常用的几种线路基本作一简略的介绍。

(1) 架空明线

架空明线就是用电杆架设在空中的金属裸线,有铜线、铁线及铅(铜)包铜线等。铜线、铅包铜线主要用于远程干线,铁线主要用于农村或郊区的短(近)程支线。它们的线径有4.0mm、3.0mm、2.5mm等,按具体情况来用。图1—7和图1—8示线径为3.0毫米、线距20厘米铜线的衰减阻抗频率特性。由图1—7可以看到,它受气候的影响较大,在高频时尤为显著。例如,在一般明线载波通信的最高频率为143千赫时,在冬季干燥气候时的衰减为 $19.75\text{mN}_p/\text{Km}$,在冬季霜厚5毫米时的衰减为 $52.8\text{mN}_p/\text{Km}$,而在霜厚10mm时,衰减

则为 $69.9\text{mN}_p/\text{Km}$ 也就是说,气候从冬天干燥变到霜厚 10mm 时,线路衰耗增大了约 $50\text{mN}_p/\text{Km}$ 。若甲乙两地通信距离为 100Km 衰耗变化就达 5N 左右,这就要求用于明线的载波设备具备适应各种气候的能力。例如,国产 $\text{ZM}-305$ 型

载波机就具有在气候从冬天干燥到霜厚 10mm 变化时,仍然保证通信质量,即使在严冬一般冰凌气候下,也能使电路畅通,但不能保证杂音指标。

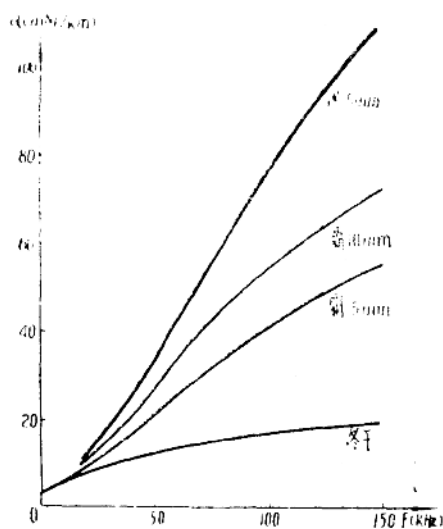


图 1—7 3mm铜线 (线距20Cm)
衰减频率特性

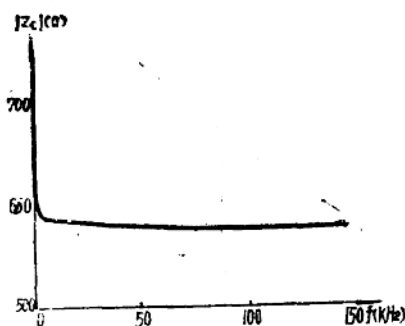


图 1—8 3mm铜线 (线距20Cm)
阻抗频率特性

图 1—9 示 3.0mm 线径铁线 (线距 20Cm) 的衰耗及阻抗频率特性。由图可见,铁线的线路衰耗显著大于同线径的铜线衰耗,其阻抗也比铜线大,而且变化也较大。因此,在一定的衰耗情况下,铁线的最高传输频率就比铜线低得多。一般情况下,铁线的最高传输频率最高只用到 30 千赫左右,而铜线则通常可用到 150 千赫。

(2) 被复线

被复线就是绞合在一起的一对包皮线,目前我国用得较多的是轻型、超轻型被复线。轻型的线芯为四铜三钢绞合线,包皮为热塑料;超轻型的线芯为三铜四钢绞合线,包皮也为塑料。

被复线主要用于局部短距通信。轻型被复线的衰耗,阻抗频率特性如图 1—10 所示。

(3) 对称电缆

电缆的构造可分为缆心和护层两部分。高频对称电缆,一般由心线、绝缘、护套、铠装四部分组成。心线是电缆的主体,由线径 1.2mm 电解铜制成。每四根心线组成两实线回路;两实线回路对称排列在正方形的对角线上,通称星形四线

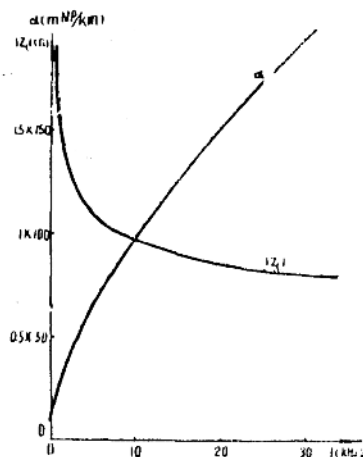


图 1—9 3mm铁线 (线距20Cm) 衰减、阻抗频率特性

组。所以电缆有单四线组和多四线组等型号。电缆的外套一般用铅皮、钢带、钢丝铠装。护层为钢带铠装的电缆适用于直接埋在地下。

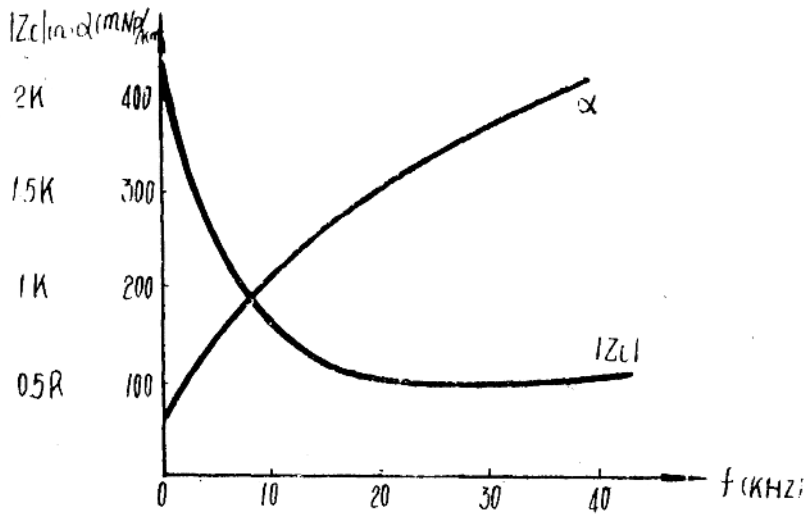
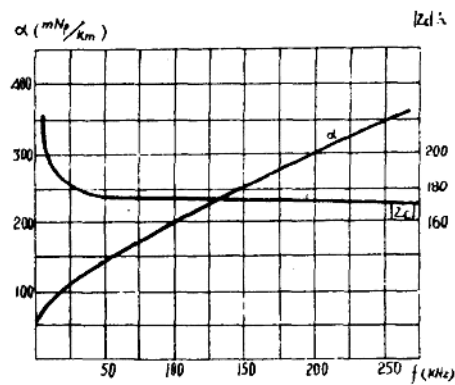


图 1—10 轻型被复线衰耗、阻抗频率特性



HEQ₂—252型4×4×1.2mm

图 1—11 对称电缆衰耗、阻抗频率特性

对称电缆的衰耗、阻抗频率特性如图 1—11所示。图中型号中的字母和数字代表下列意思：

- HE——长途对称电缆
- Q——铅包
- 2——钢带铠装麻被

252——最高使用频率为252千赫

$4 \times 4 \times 1.2$ ——包含四个四线组，线径为1.2mm

2×0.9 ——包含一对信号线，线径为0.9mm

由图可见，在频率约10千赫以下，其损耗和阻抗随频率的变化很大，不宜用作载波通信，所以一般从12千赫开始应用。另外从图中还可以看出，1.2mm纸绝缘对称电缆的特性阻抗约为 $180 \pm 10 \Omega$ 。在不同的线径和绝缘下，阻抗也不同，通常约在 125Ω 至 180Ω 之间。

(4) 同轴电缆

同轴电缆一般由一根导体（外导体）是铜管，及另一根导体（内导体）是铜导线构成，利用绝缘垫片把内导体固定在铜管内，并使两个导体的轴线相重合，如图1—12所示。

按内、外导体线径不同，又可分为小同轴（1.2/4.4）、中同轴（2.6/9.4）、大同轴（5/18）等。由同轴对和四线组组成的电缆叫同轴综合电缆。并且同轴电缆还有用于陆上和用于海底之分。

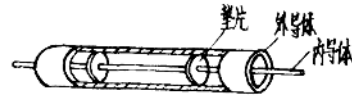


图1—12 同轴电缆结构示意图

同轴电缆的突出优点是抗干扰力强、（频率越高愈强）传输频带宽和传输损耗小，所以，在长途通信中得以广泛应用。

中同轴电缆的损耗，阻抗频率特性如图1—13所示。图中可以看出：在频率约300千赫以下损耗和阻抗随频率的变化较大，在约300千赫以上，阻抗变化很小，约为 $75 \pm 1 \Omega$ 。

(5) 光缆

光缆就是光导纤维束。光导纤维是用光学玻璃、石英、塑料一类原材料拉制成的极细的透明玻璃丝，直径只有几十微米至一百微米左右，跟人的头发差不多粗细。其外表包有一层很薄的塑料套管，使不致拉断。把几根、几十根以至几百根这样的纤维制成的光缆，便可埋在地下，或架在空中进行通信。

光缆轻便、柔软、耐腐蚀和高温，且传输光信号时不受电磁感应和核爆炸所产生的电磁脉冲的影响，无串话，这许多突出的优点，使得它具有广阔的用途和极大的发展前途。

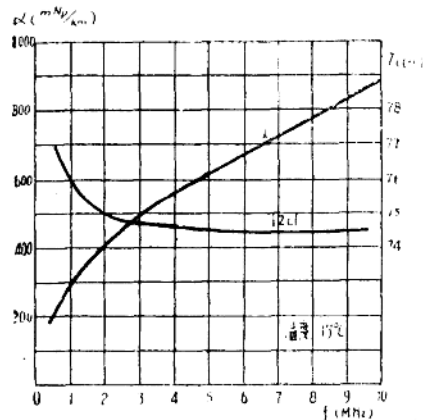


图1—13 中同轴电缆衰减、阻抗频率特性

光缆按其结构可分为包层型和自聚焦型两大类。

包层型光缆是用两种折射率不同的材料拉制而成的。一种材料做芯子，一种材料做包层。按芯子粗细，又分大、小包层型两种。大芯包层型光纤，较粗约60微米，通信容量不大，只可用于中、小容量的通信上；小芯包层型光纤，极细，约5微米，适于大容量通信。

自聚焦型光缆只用一种材料拉制而成，其折射率在中心最大，越离开中心越小。其基本