



中等专业学校教学用书

长途电信 与载波电报

(电报通信专业用)

原編者：江 苏 省 邮 电 学 校

选編者：邮电院校长途电信与载波电报教材选編組

人民邮电出版社

78.432
119

中等专业学校教学用书

长途电信与载波电报

(电报通信专业用)

原編者：江 苏 省 邮 电 学 校

选編者：邮电院校长途电信与载波电报教材选編組



103512

内 容 提 要

本书内容包括载波电话通信、载波电报通信和无綫通信三部分，而以载波电报通信为重点。在载波电报通信部分着重介绍 CF-2 B 型調幅制载波电报机、TT2/16 型調頻制载波电报机及 СИИ 型閃光测试器的基本原理、运用和测试。载波电话通信部分则偏重于介绍与载波电报通信有关速的内容。无綫通信部分仅作了一般性介绍。在阐述以上三部分之前，还介绍了有关载波通信的基本知識——低頻放大器、电子管振荡器和变频器的基本原理。

本书可作为电信中等专业学校电报通信专业的教学用书，也可供电信技术人员作为一般参考书。

长途电信与載波电报

原編者：江 苏 省 邮 电 学 校

选編者：邮电院校长途电信与載波电报教材选編組

出版者：人 民 邮 电 出 版 社

北京东四六条 13 号

(北京市書刊出版业营业許可証出字第〇四八号)

印刷者：北 京 市 印 刷 一 厂

发行者：新 华 书 店

开本 787×1092 1/32

1962 年 8 月北京第一版

印張 9 12 32 頁數 150 插頁 7

印刷字數 218,000 字

1963 年 7 月北京第二次印刷

印數 1,001—2,000 册

統一書号：K 15045 · 总1315—有288

定价：(9) 1.25 元

DE 113 / 10

前 言

在党的教育方针指导下，江苏省邮电学校电报教研組参考原北京邮电学院中技部的“載波电报”讲义，并結合教学实践編写了“长途电信与載波电报”交流讲义。1962年2月在江苏省邮电学校負責主持下，經长途电信与載波电报教材选編組以該項交流讲义为基础进行审校修訂，作为电信中等专业学校电报通信专业教学用书。

本书以电信中等专业学校的“电工学”、“电子管”和“有綫传输”等課程作为理論基础，并与电报专业的其他兩門专业課——“电报学与电报局”和“传真电报”紧密結合。

全书共分十三章，内容包括載波电话通信，載波电报通信和无綫通信三部分，其中以載波电报通信为重点。

原稿执笔者是江苏省邮电学校教师匡毓麟同志。

参加“长途电信与載波电报”教材选編組的成員是：北京市电信学校教师宋向荣，江西省邮电学校教师邵瑞敏、湖南省邮电学校教师赵常青，江苏省邮电学校教师匡毓麟、赵荣娟。

参加本书繪图、繕稿等工作的有江苏省邮电学校部分教师和无綫专科 301 班部分同学。

由于水平所限和時間短促，本书內容难免有不妥当甚至錯誤之处，希望使用本书的教师和同学提出批評和改进意見，以便今后修訂提高。

1962年4月

目 录

前 言

第 一 章 緒 論	1
§ 1.1 长途电信与载波电报的基本原理与发展概况	1
§ 1.2 载波电报的种类	7
§ 1.3 载波电报的优点	9
§ 1.4 载波电报在我国的发展概况和展望	10
第 二 章 低 頻 放 大 器	12
§ 2.1 电子管放大基本原理	12
§ 2.2 电子管放大器的分类	15
§ 2.3 放大器的栅偏压	17
§ 2.4 放大器的畸变	19
§ 2.5 电压放大器	24
§ 2.6 功率放大器	44
§ 2.7 推挽放大器	47
§ 2.8 回授放大器	49
§ 2.9 放大器的辅助电路	56
第 三 章 电 子 管 振 盪 器	60
§ 3.1 电子管振荡器工作原理	60
§ 3.2 諧屏振盪器的振盪原理	66
§ 3.3 电子管振盪器的分类	67
§ 3.4 振盪器栅偏压的供给方法	68
§ 3.5 振盪器屏极电源的供给方法	69

103512

§ 3.6	常用振盪器电路	70
§ 3.7	振盪频率的稳定	72
§ 3.8	谐波发生器	75
第 四 章	变频器	76
§ 4.1	非线性元件	76
§ 4.2	电子管调幅器	80
§ 4.3	单式氧化铜调幅器	81
§ 4.4	调幅器产生的频率成分	83
§ 4.5	已调幅波的波形	86
§ 4.6	氧化铜环式调幅器	88
§ 4.7	检波与反调幅	90
§ 4.8	调频器	92
§ 4.9	已调频波的频率成分	95
第 五 章	载波电话	98
§ 5.1	载波电话的频率分配	98
§ 5.2	BBO型三路载波电话机	103
§ 5.3	明线载波电话的自动电平调节设备	110
§ 5.4	载波电话增音机	118
第 六 章	调幅制载波电报的基本原理	123
§ 6.1	载波电报的调幅	123
§ 6.2	调幅制载波电报的传输方式	128
§ 6.3	调幅制载波电报的检波	128
§ 6.4	调幅制音频载波电报机的频率分配	130
第 七 章	调幅制音频载波电报机	137
§ 7.1	CF—2B 型音频载波电报机	137
§ 7.2	X—61822型音频载波电报机	171
第 八 章	调频制载波电报的基本原理	178
§ 8.1	载波电报的调频	178
§ 8.2	调频的方法	179

§ 8.3 鑑頻与检波	183
§ 8.4 限幅器	184
§ 8.5 調頻載波电报頻率偏移系数 M 的选择	185
§ 8.6 調頻制載波电报的优缺点	186
第九章 TT 12/16 型調頻制音頻載波电报机	190
§ 9.1 概述	190
§ 9.2 发送电路	192
§ 9.3 接收电路	195
§ 9.4 电平变化警报信号设备	199
§ 9.5 通路維護測試設備	201
§ 9.6 电报单双流信号轉換設備	204
§ 9.7 电源供給設備	208
§ 9.8 附属設備	218
第十章 СИИ型閃光測試器	229
§ 10.1 概述	229
§ 10.2 构造	231
§ 10.3 运用	234
第十一章 載波电报的运用和測試	251
§ 11.1 載波电报的电平計算	251
§ 11.2 載波电报机与載波电话电路的连接	252
§ 11.3 对載波电话电路的要求	254
§ 11.4 載波电报的轉接	258
§ 11.5 載波电报的定期測試	259
第十二章 調相制載波电报的基本原理	265
§ 12.1 概述	265
§ 12.2 調相制載波电报的收发报电路	265
§ 12.3 調相制載波电报的优点和存在問題	268
第十三章 无线电通信概要	268
§ 13.1 无线电通信系統	268

§ 13·2	电磁波·····	269
§ 13·3	天线·····	270
§ 13·4	电磁波的传播方式·····	272
§ 13·5	电离层·····	273
§ 13·6	电离层对无线电波的反射、折射和吸收·····	275
§ 13·7	各无线电波段的传播特点及用途·····	276
§ 13·8	无线发信机·····	280
§ 13·9	无线收信机·····	284
§ 13·10	收信放大记录器·····	289
§ 13·11	无线收信干扰与干扰抑制·····	291

第一章 緒 論

§ 1.1 长途电信与載波电报的 基本原理与发展概况

电信就是利用电气来传递消息的通信方式。按照传递消息的形式，电信可以分为电报、电话和广播等。

一般說来，凡是远距离的电信叫做长途电信。长途电信利用通信线路来传输的叫做有线电信，不用通信线路而用天线发射电磁波在太空中传播的叫做无线电信。有线电信和无线电信互相配合，使相距很远的两地間能迅速地传递消息，它发挥缩短时间和空间的作用。

在社会主义国家，邮电事业是国民经济的重要组成部分，它好象是国家的神經系統。其任务是把各方面的关系沟通，并能密切地取得联系，为国家的政治、经济、文化和国防建設服务。长途电信使各级党和政府之間、国家和人民之間以及人民相互之間得到密切的联系；国际、国内各方面的联系和经济文化的交流也都离不开邮电。此外，其对于提高人民的物质文化生活、提高运输效率等方面也起着重大的作用。长途通信则是国家完整的通信网路不可缺的組成部分。我国幅員辽阔，长途电信在我国更具有特殊的意义。

1832年，俄国学者許林格发明了磁針式电报机，这可說是最早的电报机之一。电话的发明是在1876年。在那时，电报、电话依靠通信线路来传输。随着生产的发展，人們对电信的要求不断提高，距离要远，通信要多。但通信线路的架設受到地形的限制，成本又高。故人們不断研究提高线路利用率的方法

和其他通信方式。

1895年，俄国科学家波波夫发明了无线电通信，使电气通信摆脱了线路的羁绊，不受山高路远、海阔天空的限制。

现代无线电通信的基本原理如图 1.1 所示。

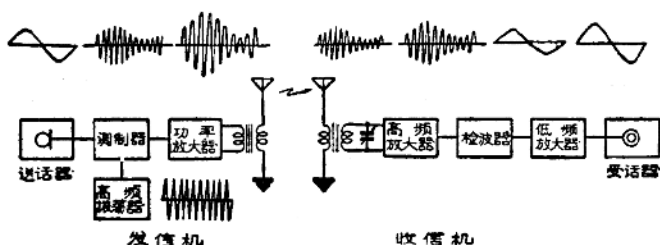


图 1.1 无线电通信的基本原理

声波作用到送话器，借调制器的调制（有调幅、调频和调相等）作用使高频振荡器所产生的高频电流，变成高频已调波。高频已调波经功率放大进入天线，被天线发射到空间去，变成无线电波。

无线电波经过空间的传播到达受信地点，在受信天线里感应出电动势。由于天空中有无数多的各种电波，这些电波，在受信天线中均可能收到，因此必须利用谐振电路将所需的高频已调波选择出来。这样出来的高频已调波经过高频放大器放大（在信号弱的情况下需要放大），经过检波还原为低频波，再经低频放大器送到受话器重演出声波来。

无线电报只要用发报电键断续高频振荡器的输出电流，发出一连串的高频等幅电波，如图 1.2 所示。受信机收到此电波，经检波还原为直流脉冲信号，由收报机收录下来。

由此可知，无线电电话和无线电报的基本通信方法是：将语音信号电流或直流电报信号电流和某一定频率的高频电流结

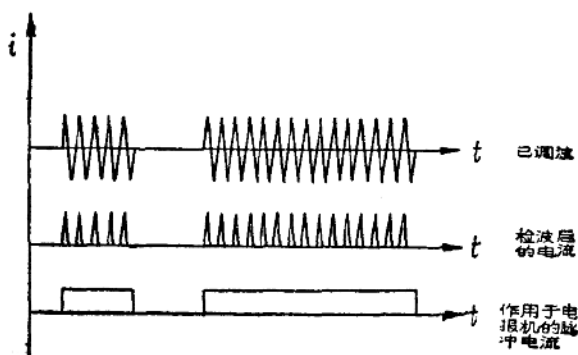


图 1·2 無線電報信號

合，變成高頻波形的電流之後，再由天線發射出去。許多個無線電話或電報的高頻電流的頻率各不相同，收信機將所需的電波選擇出來，經檢波還原為原始的信號。

無線電信的信號能被敵人截獲，而且易受干擾。人們將無線通信的原理用於有線通信中的載波電話，使線路利用率大大提高，而且通信既穩定又保密。

載波電話的基本原理如圖 1·3 所示。通過調幅器將發方電話機送出的音頻電流，負載在一個高頻電流上（通過調幅）傳送到對方去。在一對線路上將需要同時傳送的幾個電話，分別載負在頻率不同的高頻電流上，故它們雖同時在同一線路上传送也不會發生干擾。傳送到對方後，依靠濾波器將它們分離開來進入各自的電路，再經過反調幅器還原為原來的音頻電流，經過低通濾波器送到收方電話機。

仿照載波電話的原理，電報信號同樣用交流電流傳送（交流電流的頻率可以是音頻或者高頻），這就成為載波電報。它也象載波電話一樣，能夠在同一對線路上獲得多路電報通信。

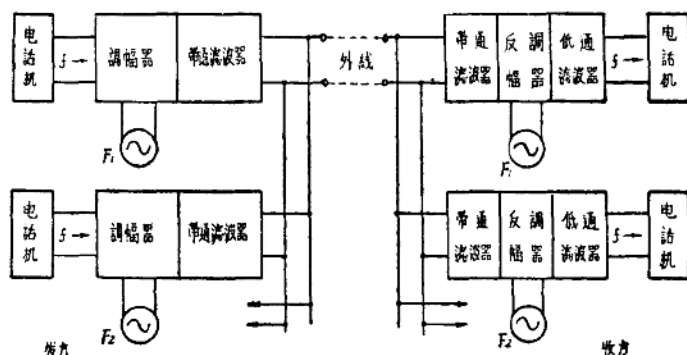


图 1·3 载波电话方框图

载波电报的基本原理如图 1·4 所示。将几个或更多的发报器发出的直流电报信号电流通过调制器，分别调制到不同的频带上，在同一对线路上传送到对方；对方依靠滤波器将它们分离开，使其进入各自的支路，再经过检波还原为直流电报信号电流，送到收报器把它记录下来。

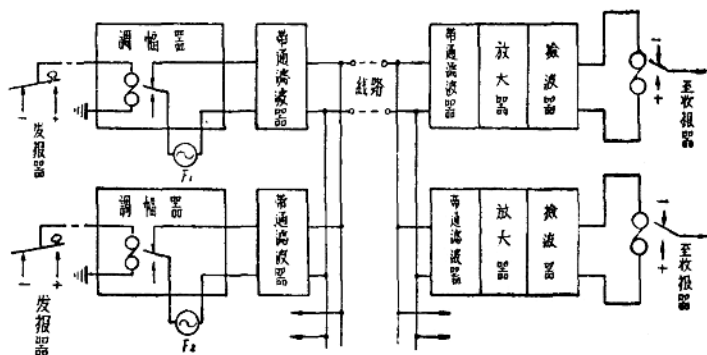


图 1·4 载波电报方框图

不难看出,載波电报的发展,不但大大提高了綫路利用率,而且为用户电报的发展提供了必要的条件。

目前綫路利用率已得到了高度发展,电话和电报(直流电报、載波电报、传真电报)一起在同一长途綫路上传輸。由于各种电话、电报通路所用的頻带各不相同,一般如表 1·1 所示,因此可用高低通滤波器組將它們汇合起来,利用一对架空明綫同时一起傳輸,能不互相干扰。这种复用綫路的方法叫一次复用,它的示意图如图 1·5 所示。

表 1·1

通 路 名 称	所 占 頻 带
幻象电报通路	0~100赫
音频电话(或音频載波电报)通路	300~2400赫
传真电报通路	3200~5200赫
三路載波电话通路	6000~30000赫
十二路載波电话通路	36000~150000赫

利用电话通路传送其他方式的通信称为二次复用。这种通信方式已得到很大的推广,尤其是通过載波电话电路。如图 1·6 所示,一路載波电话通路可传送多路的載波电报。目前我国載波电报主要是应用这种方式工作的。

例如苏联 TT 12/16 音频載波电报机,利用三路載波电话电路中的一路,能得到 12 路載波电报通路;如利用十二路載波电话电路中的一路,就能得到 16 路載波电报通路。因为一个三路載波电话电路有效傳輸頻带約为 300—2700 赫,但 TT12/16 机的十二个电报通路总共所占的頻带是从 380—2500 赫。一般十二路載波电话机有效傳輸頻带較三路机为寬,約为 300—

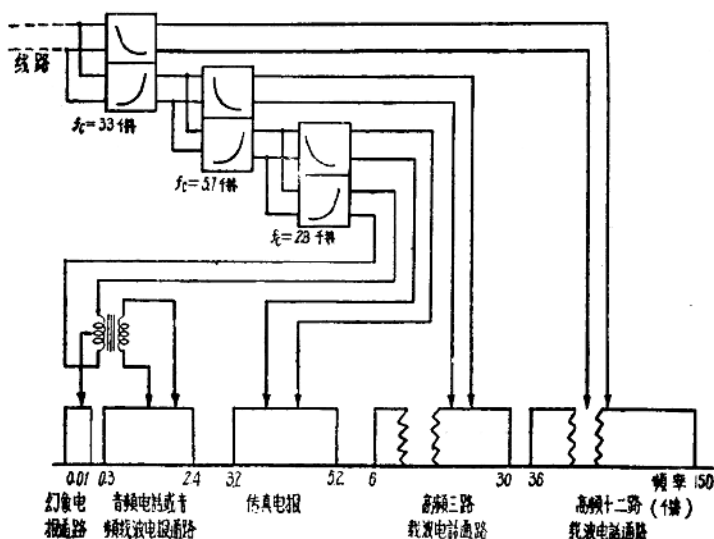


图 1-5 线路的一次复用示意图

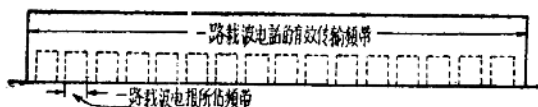


图 1-6 线路的二次复用概念示意图

3400 赫，因此能利用其中一路传送十六路载波电报（十六路的总频带为 380—3220 赫）。

如上所述，架空明线通过复用，线路利用率已相当高。但架空明线易受外界条件的影响，如风暴、冰凌等。在对称电缆上加装载波电话机，比明线载波电话更能保证通信可靠性，而且传输质量也较高。通常用得较多的是每两对心线上通达 12 路

或 24 路載波電話，最高傳輸頻率分別為 60 和 108 千赫。有些國家已經裝用了 60 路、120 路的電纜載波機，最高傳輸頻率分別為 252、552 千赫。

另一種電纜叫做同軸電纜，是由中間一根導線和外面以銅皮包成的圓管組成，導線和銅管用絕緣材料加以間隔。這種電纜能夠傳送頻率更高的電流，能夠開通 1860 個電話電路，或者一個電視電路和 660 個電話電路，最高傳輸頻率达 8.3 兆赫。至此，從傳送的信號電流的頻率方面來看，有線和無線的界限，已很難加以區別了。

由上所述情況看來，似乎在長途電信中，有線通信完全可以代替無線通信了，其實不然。無線通信不受地形的限制，它的发展是迅速的，目前微波技術已有驚人的發展，它將無線電領域大大地擴充了。微波不但用無線傳播，而且可以用波導管作傳輸導體，每一波導管可傳輸幾萬個電話或幾百個電視電路。這樣有線和無線的界限更無法區別了。

由此可見，載波電報、載波電話和無線通信有相同的技術基礎，而且在工作中有密切關係。本書重點是敘述載波電報的基本原理及其主要機器設備，同時簡要介紹載波電話和無線通信的基本知識。

§ 1.2 載波電報的種類

一、按使用的頻率範圍可分：

1. 音頻制 所用載頻及其主要邊帶在話音頻率範圍內（300—2700 赫或 300—3400 赫）。目前應用最廣的有 4、8、12、16、18、24 路等。

2. 超音頻制

(1) 高頻制 所用載頻及其主要頻帶約在 3000—10000 赫

或更高频域内，占用了载波电话所用频带，已被音频制取而代之。

(2) 中频制 所用载频及其主要频带约在 3000—7500 赫范围内，可利用传真电报所用的频带来传输，目前亦很少应用。

二、按调制方式可分：

1. 调幅制(图 1·7b) 将电报机送来的直流电报信号，经过调幅器变成频率一定而幅度变化的交流信号送至线路，到达

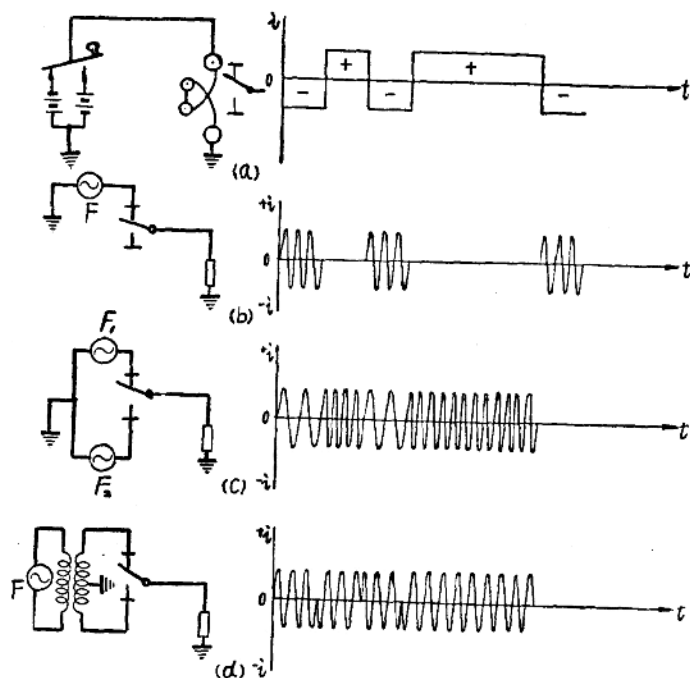


图 1·7 载波电报的调制种类

对方后，經反調幅器（檢波）再恢复为原来的直流电报信号，由收报机收录下来。过去使用較广，目前尚遗留不少。

2. 調頻制(图 1-7c) 将直流电报信号变成幅度不变而頻率变化的交流信号，至对方后再恢复为原来的直流电报信号，由收报机收录下来。目前使用最多。

3. 調相制(图 1-7d) 經過調制，将直流电报信号变成幅度和頻率都不变而相位改变的交流信号。到达收方后，也可設法再恢复为原来的直流电报信号，由收报机收录下来。現尚在研究中。

§ 1.3 載波电报的优点

如果与直流电报（如幻象綫通报或单綫通报）相比較，載波电报具有許多优点：

一、装用載波电报机后能使通信容量大大增加。因为电路的大量增加，这就为用户电报的发展創造了条件。

二、由于載波电报是利用实綫或載波电话电路以及綫路的超音頻頻带来开放（其中主要是利用載波电话电路开放），这样就有条件使电报通信网与长途电话通信网的发展作共同的规划和建設；不但减少了綫路的数量，且便于綫路維護。

三、載波电报的傳輸质量較为优良，工作稳定，电报信号的畸变較小。这对于电传打字电报机通信更显得重要。

由于在載波电报电路内电报信号的畸变程度与傳輸距离的关系不大，而主要随轉接次数的增加而增大，因此載波电报适宜于作远距离通报。

四、由于載波电报本身是双工性质的，可以省去普通电报电路的双工平衡手續。同时音頻載波电报是通过載波电话电路传送的，就不必象幻綫或实綫电报那样加装帮电机，不但省去