



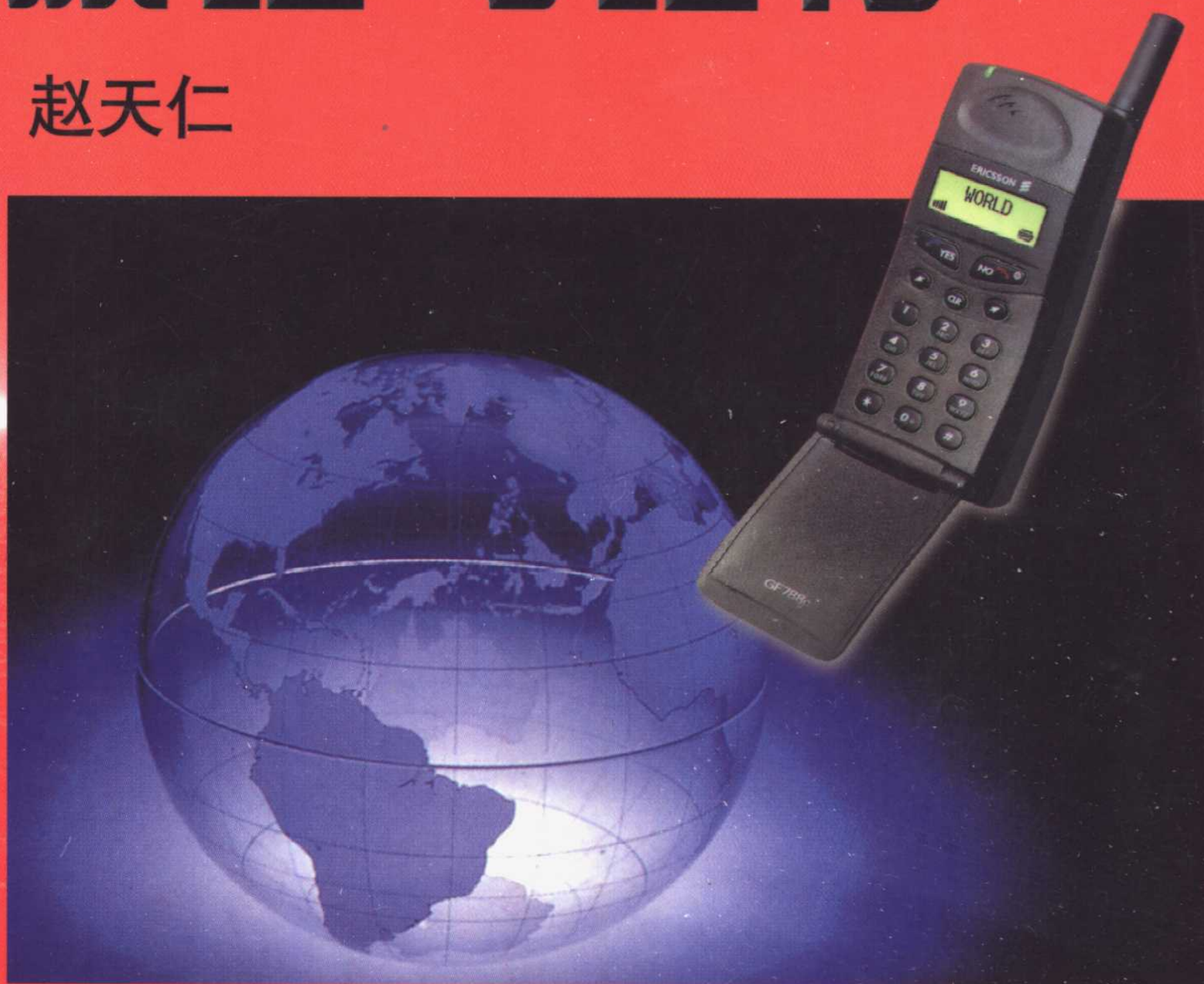
移动通信维修技术丛书之二

ERICSSON 

爱立信 388/398、768/788 手机

原理与维修

赵天仁



● 哈尔滨工业大学出版社

移动通信维修技术丛书之二

爱立信 388/398、768/788 手机 原理与维修

赵天仁

哈尔滨工业大学出版社

1999·哈尔滨

内 容 提 要

本书详细介绍了移动通信的基础知识、爱立信 388/398、768/788 型 GSM 手机的基本原理和维修方法。在讲述中注重实用,通俗易懂,有 115 幅插图和 37 种故障现象、68 种故障诊断、故障分析,并提供多种维修方法,此外还有 27 个维修实例。适合于广大通信技人员、维修人员和电子爱好者使用。

移动通信维修技术丛书之二

爱立信 388/398、768/788 手机

原理与维修

赵天仁

*

哈尔滨工业大学出版社出版发行

(黑龙江省哈尔滨市南岗区教化街21号)

电话:0451-6414749 邮编:150001)

肇东粮食印刷厂印刷

*

开本 787×1092 印张 11 插页 14 字数 250 千字

1999 年 7 月第 1 版 1999 年 7 月第 1 次印刷

印数:1~4 000

ISBN 7-5603-1412-0/TN·46 定价:29.80 元

前 言

随着改革开放的深入及社会经济的高速增长,我国的通信事业也得到了很快的发展,尤其是移动通信方面的发展更快。MOTOROLA 公司、ERICSSON 公司、NOKIA 公司等生产的基站设备和移动电话的大量引进,使市场上移动电话的数量猛增。与之相应的是维修需求也大大增加。广大电子爱好者、通信技术人员、维修人员迫切需要介绍有关移动电话原理与维修方面的图书。本书内容以实用为本,简要明了,深入浅出,注重实例。没有复杂的理论和计算公式,可作为电子爱好者和维修人员以及通信工程技术人员的培训教材和参考书,也可作为职业高中、中专、大专通信专业学生的参考书。

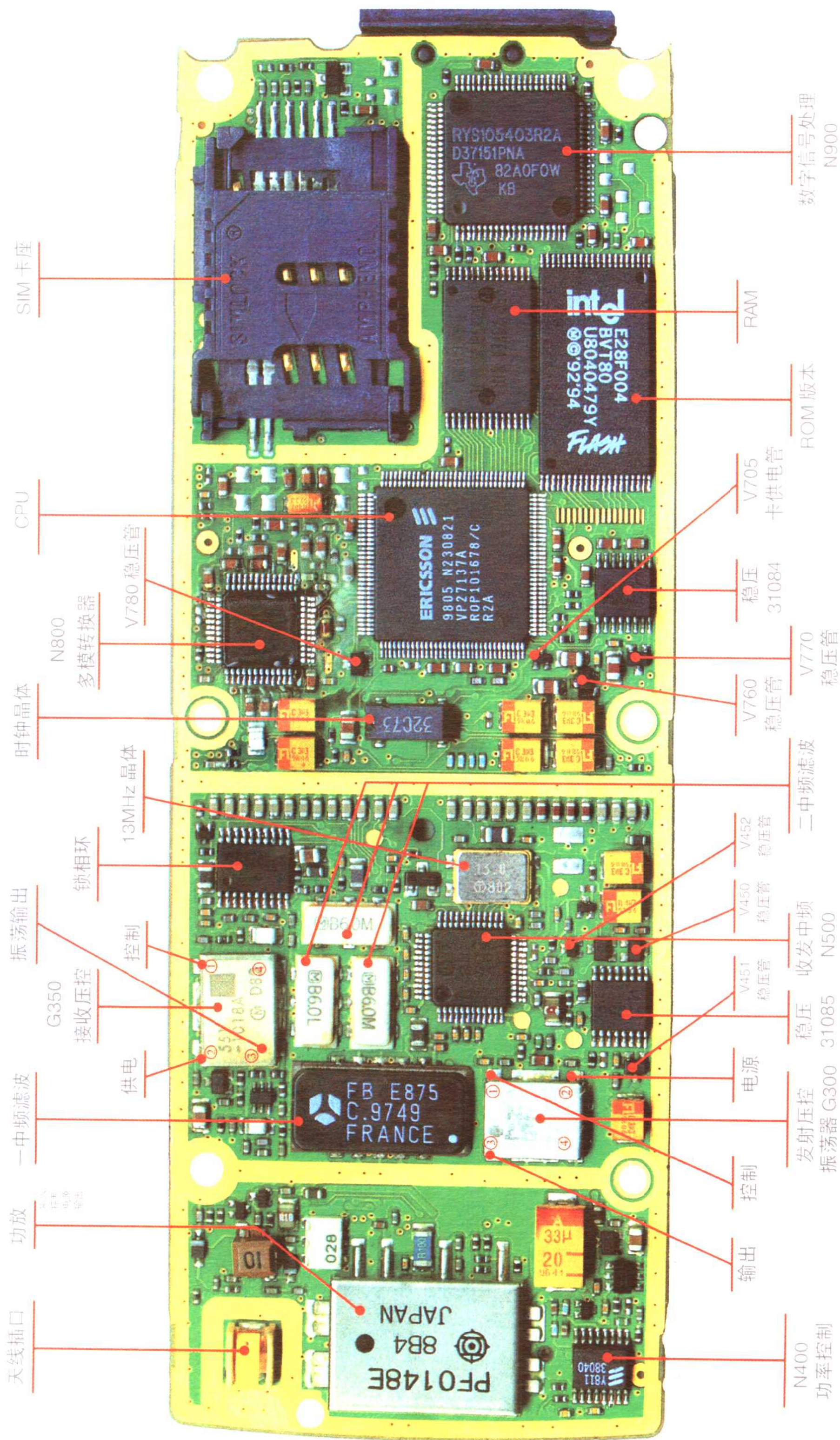
本书主编赵天仁,多年来一直从事通信事业的教学和研究工作,曾在哈尔滨工业大学从事培训工作,现在哈尔滨快达移动通信培训班从事培训和函授班教学工作,培养了大批专业技术人员和维修人员。本书是在总结多年教学和研究成果的基础上,参考了一些相关资料,编写而成。参加编写的人员还有李海民、钱滨松、洪春喻、关彦成。

由于作者水平有限,书中内容难免有疏漏和不妥之处,欢迎广大同仁批评指正。联系电话:赵天仁 0451-2704485 8688886 传 865

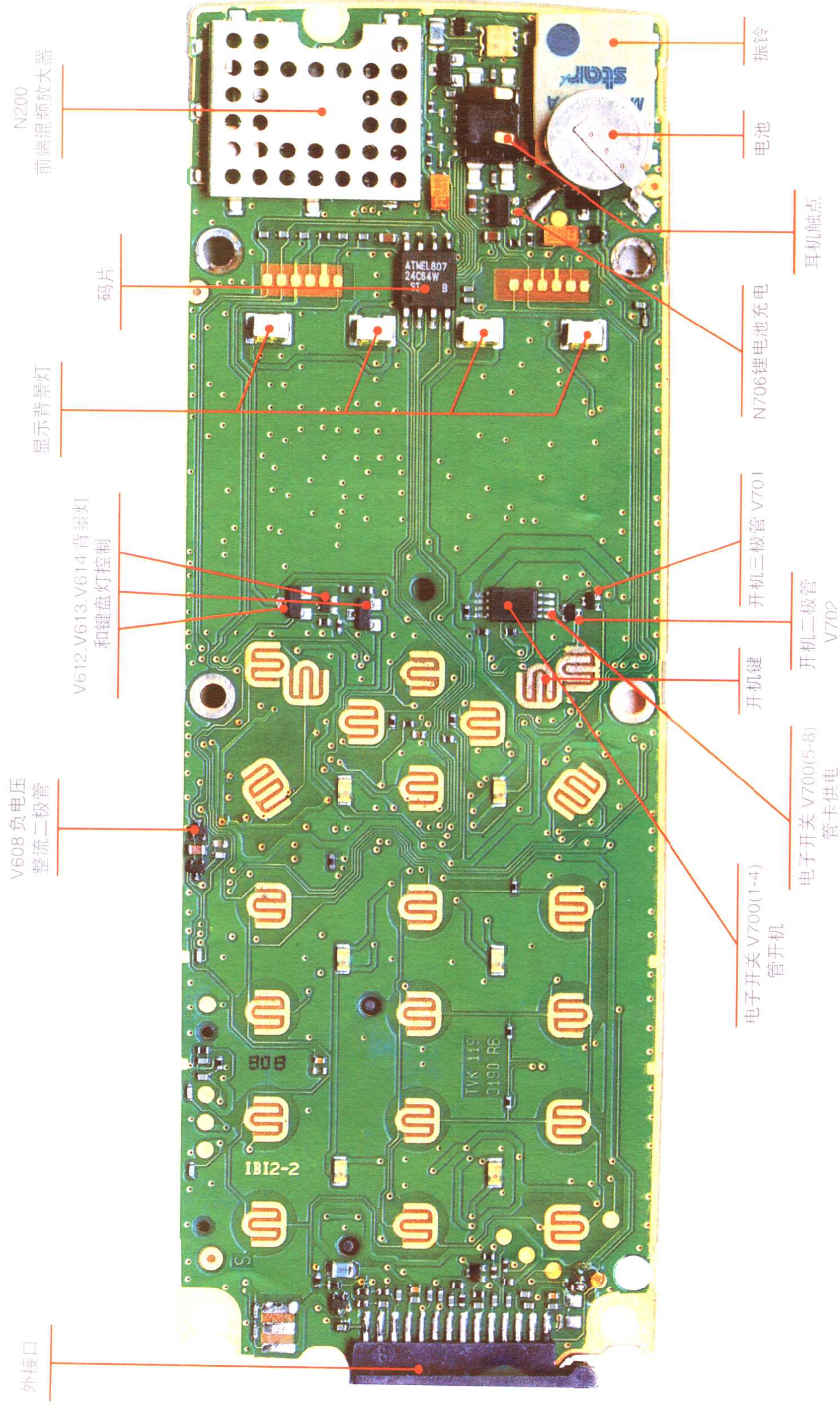
作 者

1999 年 5 月 18 日

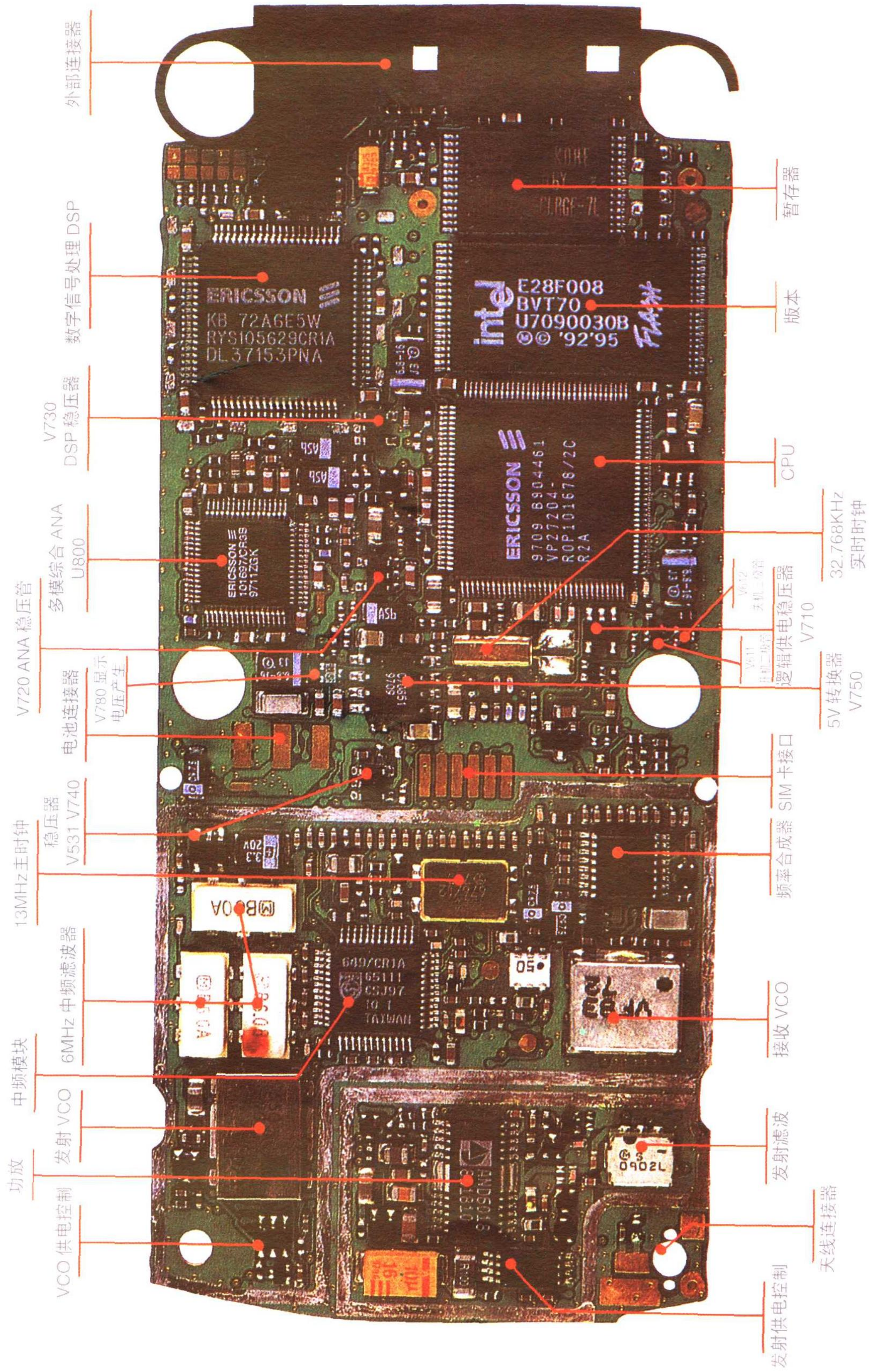
于哈尔滨



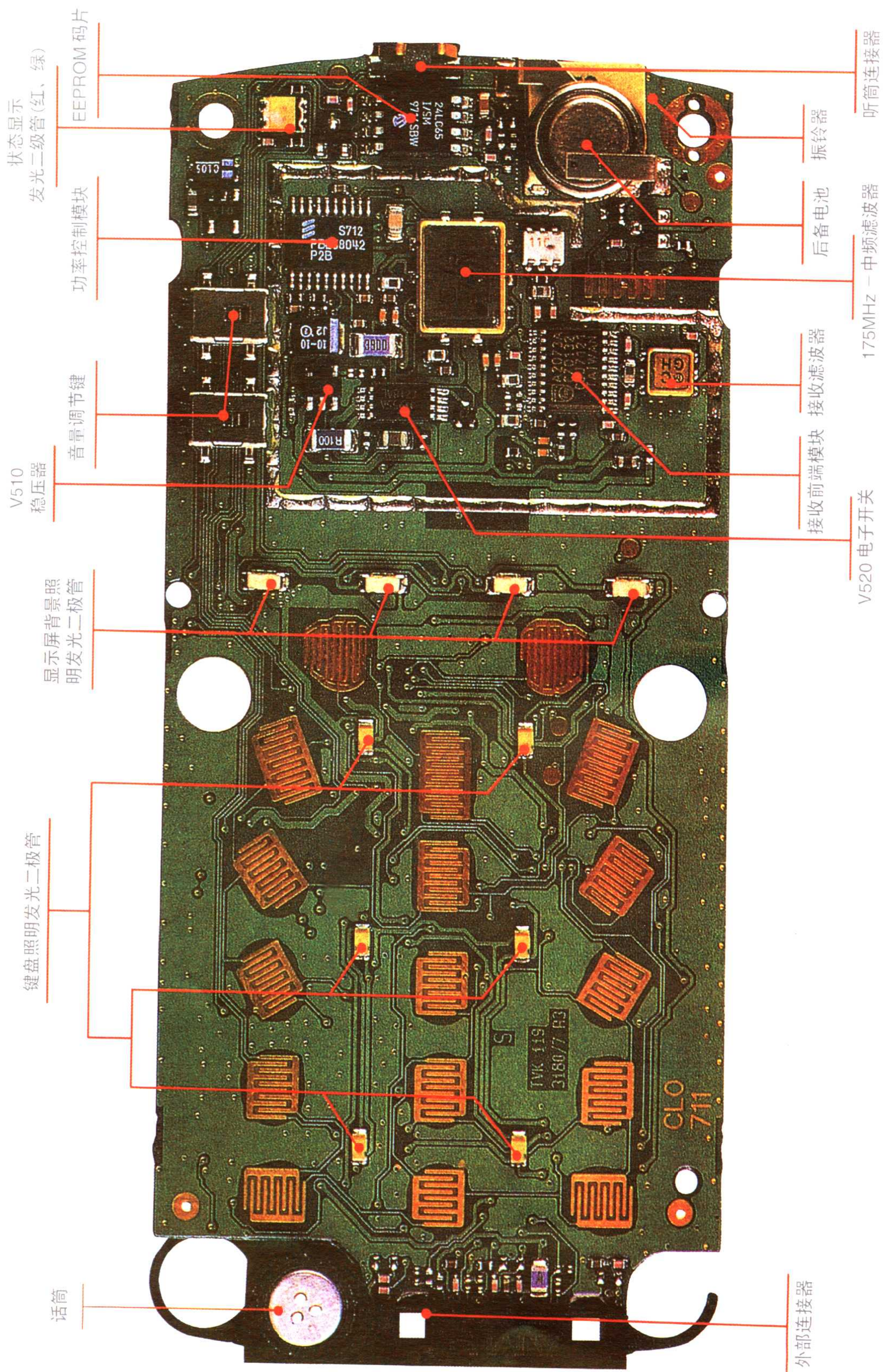
爱立信 388/398 手机实物图之一



爱立信 388/398 手机实物图之二



爱立信 788 手机实物图之一



爱立信 788 手机实物图之二

目 录

第一章 移动通信基础	1
一、现代通信概述	1
二、无线电通信系统	6
三、移动通信的特点和分类	13
四、移动通信的基本技术与发展方向	20
第二章 爱立信 388/398 型 GSM 手机的基本原理	26
一、逻辑和音频处理电路	26
二、收发信机电路	33
第三章 爱立信 388/398 型 GSM 手机故障分析与维修方法	37
一、电源部分故障	37
二、接收电路故障(无场强信号指示)	40
三、发射电路故障	42
四、振铃及工作状态指示电路故障	44
五、SIM 卡电路工作失常	44
六、不送话	45
七、听筒无声	45
八、键盘电路故障	45
九、显示故障	46
第四章 爱立信 388/398 型 GSM 手机基本功能及操作方法	48
一、基本操作	48
二、菜单	51
三、高级功能	94
四、补充信息	107
第五章 爱立信 768/788 型 GSM 手机的基本原理	114
一、逻辑及音频处理电路原理	114
二、射频电路原理	126
三、主要元件表	136
四、接口电路图	139
第六章 爱立信 768/788 型 GSM 手机故障分析与维修方法	141
一、不开机故障	141
二、接收部分的故障	143
三、发射电路部分故障	145

四、显示方面的故障	146
五、维修实例	149
附录 爱立信 768 型 GSM 手机菜单使用功能	151
附图	
附图 1 爱立信 388/398 手机前端混频放大电路原理图	
附图 2 爱立信 388/398 手机收发中频电路原理图	
附图 3 爱立信 388/398 手机频率合成器电路原理图	
附图 4 爱立信 388/398 手机逻辑电源原理图	
附图 5 爱立信 388/398 手机射频电源原理图	
附图 6 爱立信 388/398 手机功放电路原理图	
附图 7 爱立信 388/398 手机卡电路、显示电压产生电路及时间显示电路原理图	
附图 8 爱立信 388/398 手机存储器电路原理图	
附图 9 爱立信 388/398 多模转换及数据处理电路原理图	
附图 10 爱立信 388/398 手机键盘及背景灯控制电路原理图	
附图 11 爱立信 388/398 手机元件分布图之一	
附图 12 爱立信 388/398 手机元件分布图之二	
附图 13 爱立信 768/788 手机射频部分方框图	
附图 14 爱立信 768/788 手机电源电路原理图	
附图 15 爱立信 768/788 手机前端混频放大电路原理图	
附图 16 爱立信 768/788 手机中频电路原理图	
附图 17 爱立信 768/788 手机本振信号产生电路原理图	
附图 18 爱立信 768/788 手机多模转换及数据处理电路原理图	
附图 19 爱立信 768/788 手机卡电路及显示电路原理图	
附图 20 爱立信 768/788 手机中央处理器电路原理图	
附图 21 爱立信 768/788 手机键盘电路及背景灯产生电路原理图	
附图 22 爱立信 768/788 手机功放电路原理图	
附图 23 爱立信 768/788 手机手机元件分布图之一	
附图 24 爱立信 768/788 手机元件分布图之二	

第一章

移动通信基础

一、现代通信概述

(一) 通信的概念

在人类社会里,人们总是离不开消息的传递。通信的目的是由一地向另一地传送含有信息的信息,从古代的烽火台、金鼓、旌旗到现今的书信、电报、电话等都是传递消息的方式。随着社会生产力的发展,人们对传递消息的要求也越来越高。在各种各样的通信方式中,利用“电”来传递消息的通信方式,即电(通)信获得了最快、最广泛的发展。这是由于电信方式能使消息几乎在任意的通信距离上实现迅速传递的缘故。因此,在技术领域中,“通信”一词几乎变成了电(通)信的同义词。

通信中所传递的消息,有各种不同的形式,如符号、文字、话音、数据、图片以及画面等,因而,根据所传递消息的类别,在通信业务上可分为电报、电话、传真、数据传输及可视电话等。如果从广义的角度来看,则广播、电话、雷达、导航、遥控、遥测等也可列入通信的范畴,这是因为它们都是利用“电”来传递信息的。

按消息由一地向另一地传递媒质的不同,通信可分为两大类:一类称为有线通信;另一类称为无线通信。所谓有线通信,即消息传输是用“导线”作为传输媒质来进行通信的。这里的“导线”可以是架高明线、电缆或光纤等。例如普通的有线电话系统可由图 1.1 来表示,图中电话机完成语声信号与电信号之间的变换,而载波机是完成语声电信号与传输信号之间的变换。而无线通信,它不需要架设线路而用无线电波在空间传播来传递消息。简单无线电话系统示于图 1.2 中。语声是通过话筒变成电的话音信号,发射机及天线将话音信号转换成相应的高频电磁波,并发往另一地;另一地的接收端,通过天线、接收机及扬声器或耳机)完成与发送端相反的变换。

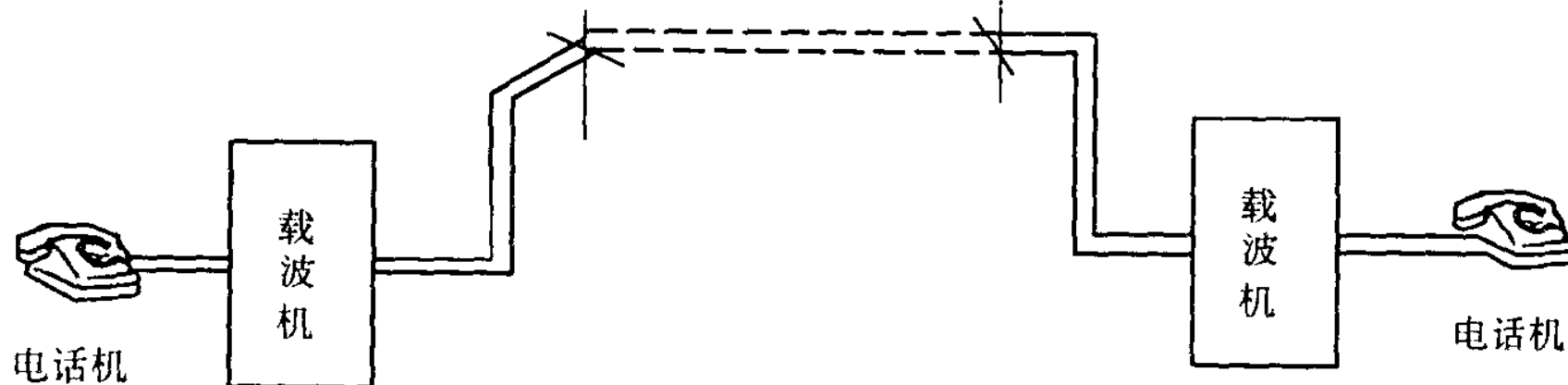


图 1.1 有线电话系统示意

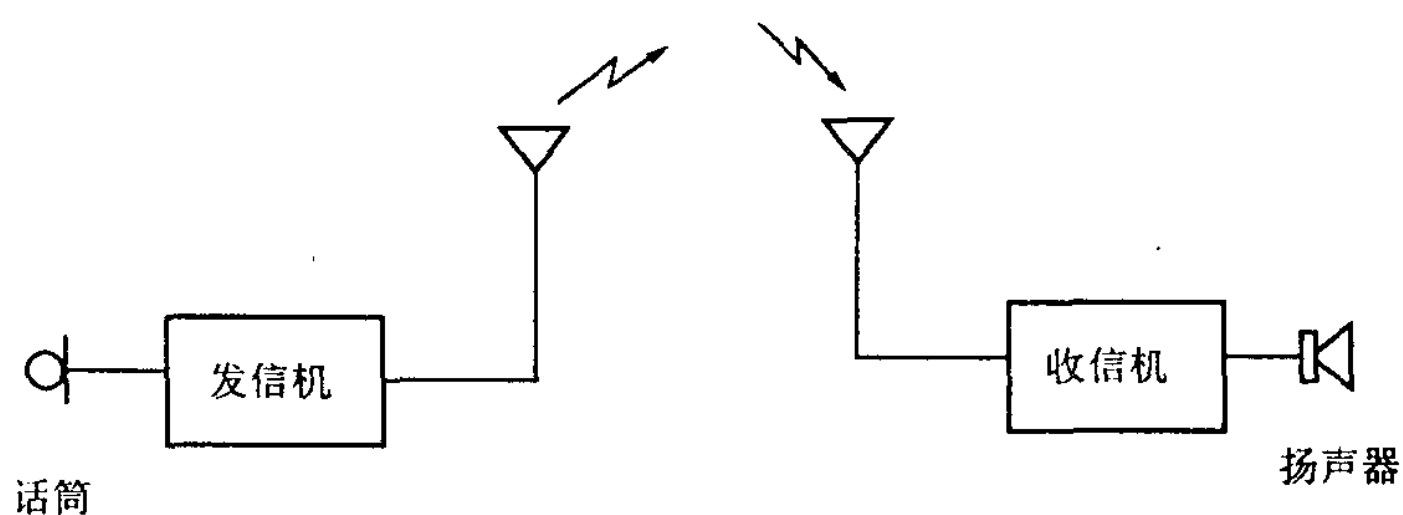


图 1.2 无线电话系统示意

现代通信系统已不再是单一的电话网或电报文字网,而是一个综合性的为多种信息服务的通信网,而且往往将有线通信网与无线通信网联接在一起。总之,现代通信已成为支撑信息社会的最重要的基础结构。可以说,没有现代通信就不会有经济的高速增长,现代通信系统的建设与发展是实现四化的一项十分重要而又迫切的任务。

(二) 通信技术发展概况

19 世纪开始发展电通信以来,通信技术的发展速度极快。1838 年摩尔斯发明有线电报,1864 年英国人詹姆斯·克拉科·麦克斯韦通过数学推导,预言电磁波的存在,并建立了“麦克斯韦方程”。1876 年贝尔发明电话。1895 年意大利人马可尼首次成功地把电磁波用到通信上,他把 100m 长的铜线高高悬垂在空中,而把另一端埋在地下,这就是无线通信中必不可少的天线的起源。1899 年他又成功地进行了在英吉利海峡 18 海里的通信,这也是移动通信的起源。

马可尼最初使用的电磁波是由火花振荡器产生的减幅振荡,以后又继续进行等幅振荡的研究。直到 1905 年 J·A·弗来明发明了真空二极管,1914 年 D·福来明发明了真空三极管之后,才使无线通信发生了划时代的变化。1918 年调幅无线电广播、超外差接收机问世,1925 年开始采用三路明线载波电话,实现了多路通信。1936 年电视广播开播。1940 ~ 1945 年二次大战刺激了超短波、微波通信系统的发展。1948 年发明了晶体管,为电台小型化和微电子技术奠定了基础。同年,香农提出了信息论,开始建立通信统计理论。1956 年敷设了越洋通信电缆,1958 年发射了第一颗通信卫星,1960 年发明激光,为光纤通信奠定了基础。1961 年发明了数字集成电路,1964 年发明了模拟集成电路,微电子技术进入实用阶段。60 年代,彩色电视问世,数字传输的理论和技術得到了迅速发展。1964 年在移动通信领域出现了自动拨号双工移动通信系统,即美国的 IMTS 系统(改进型移动电话系统)。70 年代,出现了大规模集成电路,微处理机开始应用于通信系统,程控数字交换机迅速发展,1978 年出现了蜂窝式移动电话系统,即美国贝尔实验室研制的 AMPS 系统,80 年代,移动通信、卫星通信和光纤通信得到迅猛发展,90 年代初提出了实现通信最高目标,即无论何时、何地、与何人实现通信的方案,这就是以移动通信为主要手段的个人通信概念,在通信对象上将突破通信设备,就是以个人为对象,通信到

人而不是设备。主要特征是通信用户随身携带袖珍式微型终端或手持机,只要按个人专用的身份号码进行呼叫,即可与另一个人建立通信,而不受通信双方的位置、距离、环境和传输设施的限制。不言而喻,实现世界范围的个人通信既是美好的理想,又是宏伟的目标。当今,现代通信系统发展现状如下。

电缆通信:电缆通信是较早发展起来的通信手段,用于长途通信已有 60 年历史,在有线通信中占有突出地位。在光纤通信和移动通信发展之前,电话、电报、传真等各用户终端与交换机的连接几乎全靠市话电缆。电缆还曾是长途通信和国际通信的主要传输手段,大西洋、太平洋均敷设了大容量的越洋海底电缆。电缆通信中广泛采用模拟单边带调制和频分多路复用(SSB/FDM)。国际上同轴电缆每芯最高容量达 13 200 话路(或 6 路广播电视信号),我国沪—杭、京—汉—广同轴电缆干线可通 1 800 路载波电话。自从数字电话兴起,各国大力发展脉冲编码调制时分多路信号在同轴电缆中的基带传输技术,数字电话容量可达 4 032 路。近年来,由于光纤通信的发展,同轴电缆有逐渐被光纤通信取代的趋势。

微波中继通信:它是本世纪 60 年开始发展的,它弥补了电缆通信的缺点,可到达电缆难以敷设的地区,且容易架设,建设周期短,投资也低于同轴电缆。微波通信是美、俄、日等国国内长途电话和电视节目的主要传输手段。美国现有数 10 万公里的微波中继线路,俄国最长的一条微波中继通信线路长达 1 万多公里,直通东欧。目前模拟电话微波通信容量每频道可达 6 000 话路,主要采用 SSB/FM/FDM(单边带/调频/频分复用)调制方式。

随着数字通信的发展,数字微波成为微波中继通信的主要发展方向。我国现有 5 万多公里微波中继通信线路,预计 2 000 年前还将新建一批微波中继线路,大多数将向数字微波过渡。尽管微波中继通信面临光纤通信的严重挑战,但仍将是长途通信的一个重要传输手段。

光纤通信:光纤通信具有容量大、抗电磁干扰,与同轴电缆相比可以大量节省有色金属等特点。因此,在 1977 年世界上第一个光纤通信系统在芝加哥投入运行以来,光纤通信发展极为迅速,新器件、新工艺、新技术不断涌现,性能日臻完善。大西洋、太平洋的海底光缆通信系统已经开通使用,其容量已超过原有的海底电缆通信系统。由于长波长激光器和单模光纤的出现,每芯光纤通话路数可望达到百万路,中继距离将超过 100 公里。目前,某些工业发达国家长途及市话中继系统光纤通信网的建设已基本完成,今后将发展用户光纤通信网。

卫星通信:卫星通信的特点是通信距离远,覆盖面积大,不受地形条件限制,传输容量大,可靠性高。自 1965 年第一颗国际通信卫星投入商用以来,卫星通信的使用范围已遍及全球,仅国际卫星通信组织就拥有数 10 万条话路,成为国际通信的主要传输手段。

我国自 70 年代起,开始将卫星通信用于国际通信。从 1985 年起开始发展国内卫星通信系统,并初步组成了国内公用卫星通信网及若干专用通信网。

卫星通信中目前大量使用的是模拟调频及频分多路和频分多址。如同其

它通信方式一样,其发展方向也是数字调制、时分多路和时分多址。卫星通信正向更高频段发展,采用多波束卫星和星上信号处理等新技术,地面系统的主要发展趋势是小型化。近年来蓬勃发展的 VSAT(甚小口径终端)小站技术集中反映了通信专用超大规模集成电路、固态功放、低噪声接收及小口径低旁瓣天线等多项新器件、新技术。

移动通信:移动通信是现代通信中发展最为迅速的一种通信手段,它是固定通信的延伸,也是实现人类理想通信必不可少的手段。移动通信已发展成为有线通信、无线通信融为一体,固定、移动相互连通的通信系统,由于大规模集成电路和微处理机的应用,大大促进了移动通信设备的小型化、自动化,并使系统向大容量和多功能方向发展,移动通信业务必将有更大发展,在整个通信业务中将占据重要地位,有关移动通信发展趋势将在后面详叙。

(三) 无线电波段的划分

在各种无线电通信系统中,信息是依靠高频无线电波来传送的。这里所说的“高频”,是从广义角度来说的,也就是适于无线电传播的无线电频率,通常又称为射频。频率从几十千赫至几万兆赫的电磁波都属于无线电波。无线电波在自由空间中传播的速度 c 是每秒 30 万公里,亦即 $3 \times 10^8 \text{m/s}$ 。电波在一个振荡周期 T 内的传播距离叫做波长,用符号 λ 表示。电波的波长 λ 、频率 f 和传播速度 c 的关系可用下式表示

$$\lambda = \frac{c}{f} \tag{1.1}$$

式(1.1)是电磁波的一个基本关系式。知道了电波的频率 f ,利用上式就可算出波长 λ ,反之亦然。如果 c 的单位是 m/s , f 的单位是赫兹(Hz),则波长的单位是米(m)。

无线电波段可以按波长划分,也可以按频率划分,表 1.1 列出各波段、频段的名称、波长范围和频率范围。

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
超长波	10 000m ~ 100 000m	3 ~ 30kHz	甚低频(VLF)
长波	1 000 ~ 10 000m	30 ~ 300kHz	低频(LF)
中波	100 ~ 1 000m	300 ~ 3 000kHz	中频(MF)
短波	10 ~ 100m	3 ~ 30MHz	高频(HF)
超短波(米波)	1 ~ 10m	30 ~ 300MHz	甚高频(VHF)
分米波	10 ~ 100cm	300 ~ 3 000MHz	特高频(UHF)
厘米波	1 ~ 10cm	3 ~ 30GHz	超高频(SHF)
毫米波	1 ~ 10mm	30 ~ 300GHz	极高频(EHF)

* GHz 为吉赫,1GHz = 10^9 Hz = 10^3 MHz

需要指出的是,各种波段划分是相对的,各波段之间并没有显著的分界线,不过各个不同的波段仍有许多明显的差别。例如从使用的元件、器件以及所用线路结构与工作原理是有明显区别的。米波、短波、中波……的无线电收发信机中通常使用电阻器、电容器和电感线圈等集中参数元件;而分米波以下波段所用元件则为所谓分布参数的元件,如同轴线、波导、谐振腔等。此外,不同波段中天线尺寸、形状以及电波传播方式也有很大差别。不同的波长,有不同的天线尺寸,根据天线理论,只有当天线的尺寸(对于线天线就是长度,面天线就是面积)大到可以与波长 λ 相比拟时,天线才能有效地辐射或接收电磁波。不同的波段的无线电波也有不同的最适宜传播方式,例如中波是地波传播,短波是电离层传播,超短波是视线传播等等。

有时把分米波、厘米波、毫米波统称为微波。

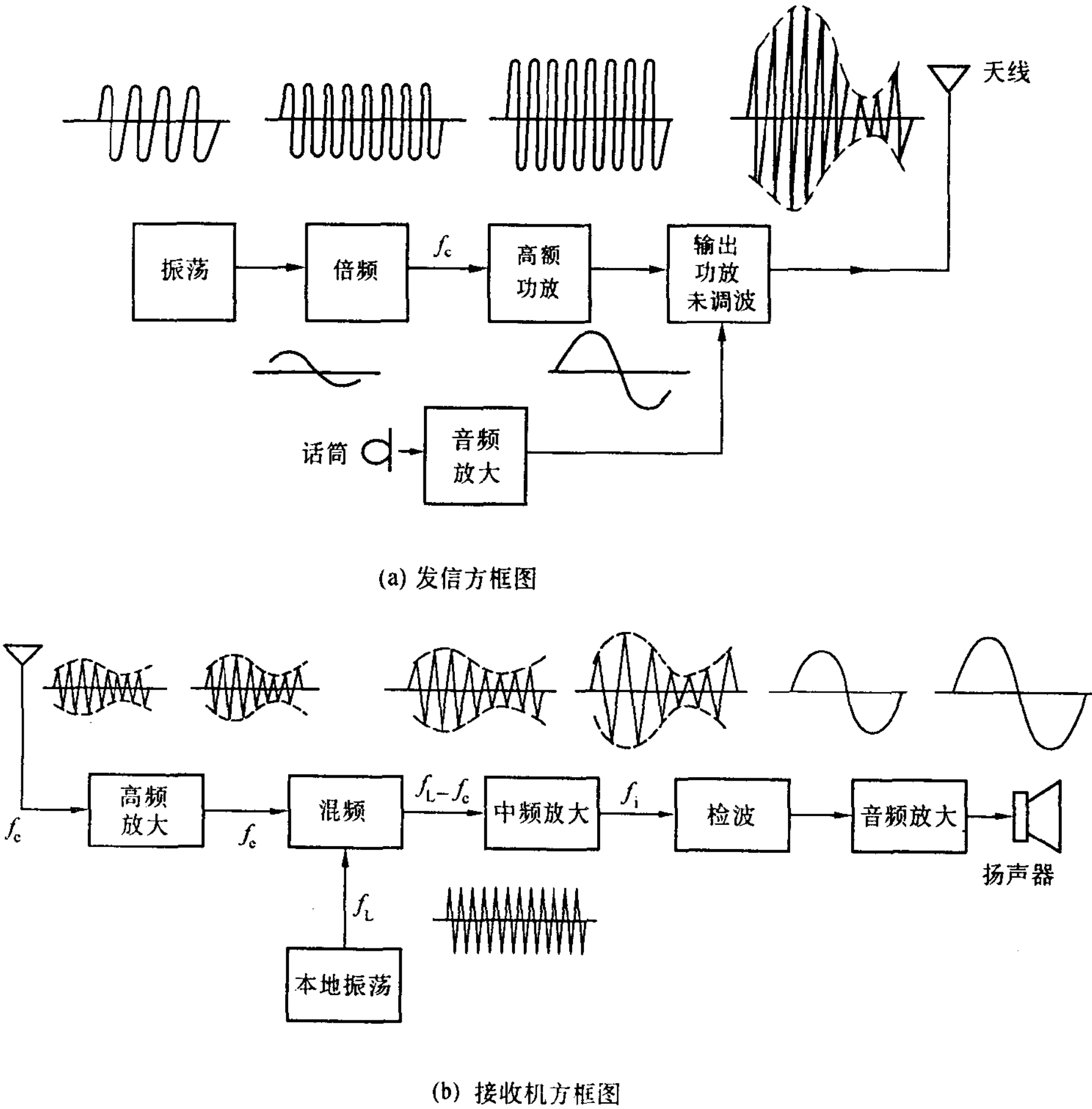


图 1.3 调幅无线电收发信机方框图

二、无线电通信系统

无线电通信系统的类型很多。根据传送的消息不同,可分为电话、电报、传真及电视等;根据传送信号的不同,可分为模拟通信和数字通信两大类;模拟通信中根据调制方式,又可以分为调幅(AM)、单边带(SSB)和调频(FM);数字通信中根据调制方式可分为移频键控(FSK)、移相键控(PSK)、高斯型最小频移键控(GMSK)及 $\pi/4$ QPSK 等数字调制;根据无线电线路传送单路和多路消息,分为单路通信和多路通信;根据多址方式,可分为频分多址(FDMA)、时分多址(TDMA)和码分多址(CDMA)。下面从简单的调幅无线电话系统谈起,理解无线电通信系统基本组成及工作原理,进而讨论多路通信系统组成及工作原理,最后介绍三种多址方式及其区别。

(一) 调幅制无线电通信

图 1.3 是单路无线电话的收、发信设备的组成方框图,它采用的是简单的振幅调制(记作 AM)方式。

在发信机中,振荡器产生最初的高频交流电,它的频率经过倍频器倍频(n 次倍频)得到发射机载波频率 f_c 。高频功率放大器的主要功用是将倍频器输出的小信号放大到足够的功率电平,用以推动功率更大的高频输出功率放大器。输出功率的一个功用是提供大功率的高频信号,并送到发射天线上,向空间发射电磁波;另一个功用是使高频载波信号“记载”上所要传送的话音信号,即调幅。图中话音信号用一音频正弦波(频率为 F)来代表,经过音频放大器后对输出功率进行振幅调制(调幅),亦即使输出功率的输出信号的包络图中虚线)随调制音频信号而变,而它的振荡频率仍为载波频率 f_c 。这种经过调制的高频信号叫已调信号,或简称调幅信号,它的频谱除载频 f_c 之外,还有 $f_c + F$ 和 $f_c - F$ 成分。实际的话音信号并不是一个单纯的正弦波,它包含许多频率成分,理论和实际表明,人讲话声音取 300Hz 至 3400Hz 一段频率就能听得清楚,故电信中通常都取 300 ~ 3400Hz 为话音频带。振幅调制后频带宽度则为 6800Hz,如图 1.4 所示。其中 $f_c + 300\text{Hz}$ 至 $f_c + 3400\text{Hz}$ 称为上边带, $f_c - 300\text{Hz}$ 至 $f_c - 3400\text{Hz}$ 称为下边带,调幅信号总的频带宽度为 6800Hz。

图 1.3(b)为调幅接收机方框图。接收天线的功用是从外界电场中获取高频能量,将它转换成高频电压,并输送到接收机的输入端。高频放大器的作用是进行选择 and 放大。所谓选择就是选取频率为 f_c 的有用信号,抑制它的无用的干扰,它通常是靠放大器中调谐电路实现的。混频器将来自本机振荡器频率为 f_L 的本振信号与外来信号 f_c 相混频(频率相减),得到频率为 $f_1 = f_L - f_c$ 的中频信号。中频放大器是中心频率固定的频带(带通)放大器,它不仅有较高的放大倍数,而且还进一步滤除无用的干扰。检波器的功能是将调幅信号还原成话音信号,所以又称为解调器,话音信号经音频放大器放大,激励扬声

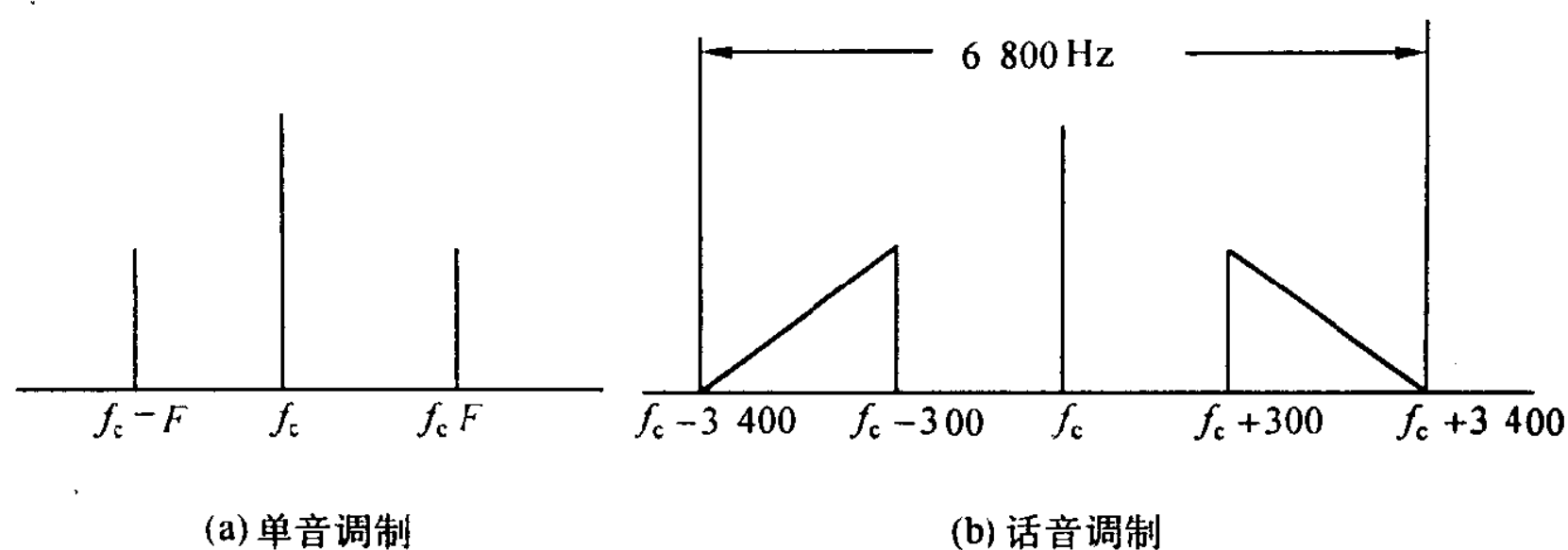


图 1.4 振幅调制频谱示意图

器输出发出声音。当信号频率(即指载波频率)改变时,只要相应地改变本振频率 f_L 就可完成接收信号任务。

调幅制通信曾广泛应用于无线通信及广播业务,在早期移动通信中也使用过。但是,由于抗干扰能力较差,因此目前在移动通信中几乎都采用另一种重要调制方式——调频制。

(二) 调频制无线电通信

在无线电通信中,频率调制和相位调制是又一种重要的调制方式,合称为角度调制。所谓频率调制,它是使高频振荡信号(载波)的频率按调制信号(例如话音信号)的规律变化,而振幅保持恒定的一种调制方式,简称为调频(记作 FM)。图 1.5 示出了音频信号与对应的已调载波,即调频信号波形。当未调制时,即音频信号为零时,发送的是载波频率(f_c),当音频信号增大时,瞬时频率增大;当音频信号减小时,瞬时频率亦相应减小。图 1.6 示出了调频发射机与接收机方框图。

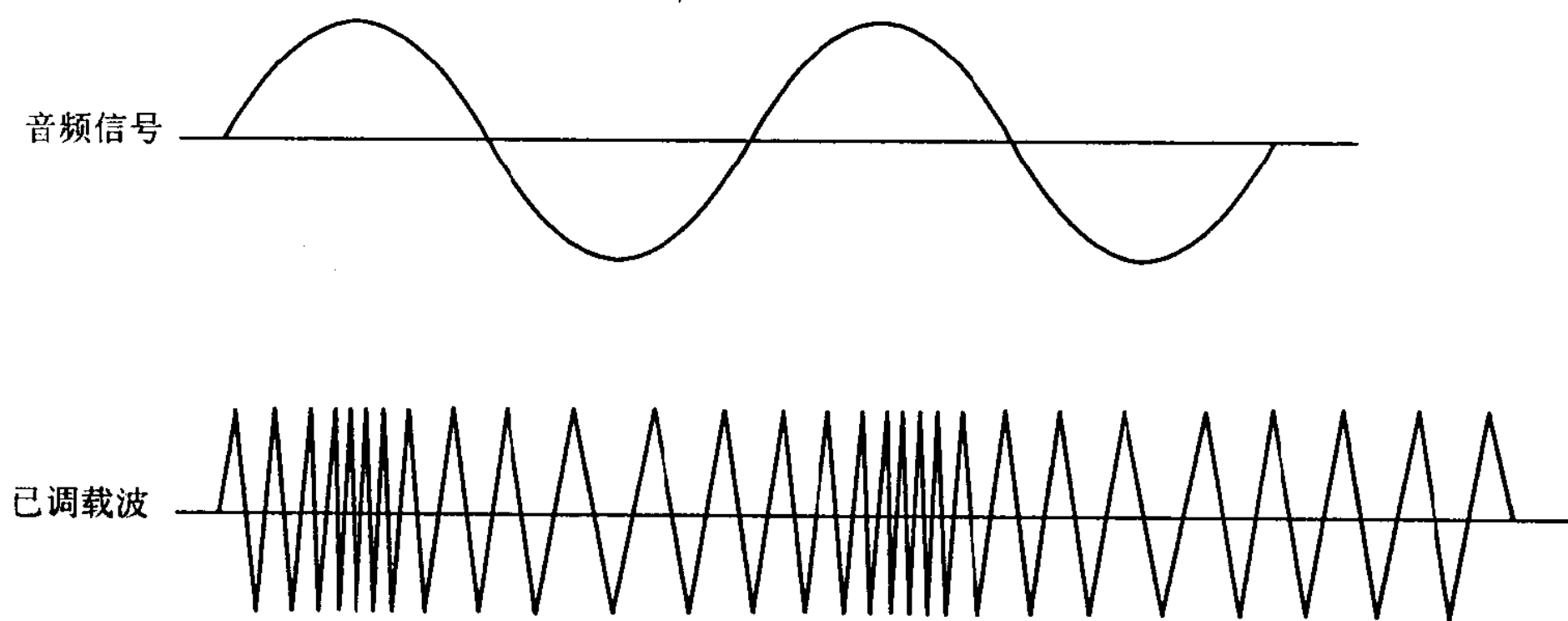


图 1.5 调频波

话音信号经音频放大器(有时也叫调频器)去控制高频振荡器频率的变化,通常称作调频。高频振荡器输出的调频信号经过倍频器,使频率增高到发