



无线寻呼系统

——原理、使用和维修

● 彭定远 编著

电子工业出版社

无线寻呼系统

——原理、使用和维修

彭定远 编著

电子工业出版社

(京)新登字 055 号

内 容 简 介

本书以简要的文字分析了无线寻呼系统的工作原理与设备、信号编码方式、无线电波传播特性;介绍了目前使用较多的数字、汉字寻呼机的电路、性能指标及操作方法;讨论了各种寻呼网的结构和系统组成、联网方式、技术要求、系统容量等,最后重点介绍了无线寻呼发射机的性能指标与测试方法、寻呼接收机的测试、故障检测与维修。全书共分六章。

本书可作为大学本科及专科的无线电专业的教学参考书,也可供广大从事无线寻呼网的系统设计、开发、管理等工程技术人员及维修人员参考。

无线寻呼系统

——原理、使用和维修

魏定远 编著

责任编辑:詹善琼

电子工业出版社出版

北京市海淀区万寿路 173 信箱(100036)

电子工业出版社发行 各地新华书店经售

电子工业出版社计算机排版室排版

北京市顺义李史山胶印厂印刷

*

开本:850×1168 毫米 1/32 印张:9.8125 插页:2 字数:260 千字

1995 年 6 月第一版 1995 年 6 月第一次印刷

印数:6000 册 定价:14 元

ISBN5053-2936-7/TN·830

前 言

无线电寻呼系统是移动通信的一个分支,它是一种单向通信系统。主叫(固定或移动电话)用户通过公用电话自动交换网和公用无线电寻呼系统迅速准确地以音响和(或)数字显示或汉字显示的方式将信息传送给被叫用户。因此,无线电寻呼系统也是市话自动交换网的延伸。不仅如此,无线电寻呼系统还可以同时向多个移动用户传送同一个信息,对于抢险、救灾、治安、现场作业以及召开紧急会议等也非常适用。因此,无线电寻呼系统可广泛应用于社会的各个领域,具有设备简单、投资少、见效快、传递信息迅速及时、使用方便等一系列优点,在我国具有广阔的发展前景。

随着国民经济的发展,通信事业日趋重要。无线电寻呼系统是近年发展最快的一种移动通信系统。在我国,无线电寻呼系统投入使用已有十年的历史。目前已普及到全国各大中小城市,不少省已普及到县,成为仅次于美国的世界第二大用户。现在“BB机”(Beep Beep)或“BP机”(Beep Paging)或“PB机”(Pocket Bell)已经家喻户晓。

在当前无线电寻呼系统业务飞速发展的形势下,为满足广大从事寻呼业务人员在开发、生产、组网、维修和管理等方面提高技术水平和业务素质,改善系统服务质量的需求,特编写该教材。编者在多年从事移动通信的教学和科研基础上,根据国内外有关资料编著成册。

全书共分六章。第一章寻呼系统的工作原理及设备。介绍了寻呼发射机的高频电路及典型实例、自动接续设备以及寻呼处理中心等;第二章寻呼接收机。介绍了目前使用较多的数字寻呼机、

汉字寻呼机的电路、性能指标及操作方法;第三章寻呼系统的信号编码。介绍了模拟信号和数字信号的编码方式。重点介绍了 POC-SAG 码的编、解码以及最近发展起来的高速寻呼编码;第四章电波传播特性。重点介绍了电波传播场强预测模型以及寻呼系统的场强设计;第五章寻呼网的结构和系统组成。介绍了各种寻呼网的结构和系统组成、联网方式以及有关寻呼网的技术要求,特别对系统容量作了详细的分析;第六章寻呼发射机和接收机的测试与维修。介绍了寻呼发射机的指标和测试方法、寻呼接收机的测试和维修。

为了满足学校教学和读者自学的需要,在本书每章末都附上了与各章有关的复习思考题,以供读者参考。

全书由北方交通大学通信与控制工程系无线通信教研室主任康士棣教授和北京邮电大学无线电工程系谢源清教授审阅。编者在此向他们表示衷心的感谢。

由于编写的时间仓促,编者的水平有限,书中难免有错误和不妥之处,在此诚请读者多加指正。

北京邮电大学无线电工程系

彭定远

1994年9月

目 录

概论	(1)
第一章 寻呼系统的工作原理及设备	(8)
1.1 寻呼系统的工作原理	(8)
1.2 寻呼系统中的设备	(10)
第二章 寻呼接收机	(74)
2.1 概述	(74)
2.2 数字寻呼机	(83)
2.3 汉字寻呼机	(83)
2.4 寻呼接收机的操作方法	(106)
第三章 寻呼系统的信号编码	(124)
3.1 模拟音频信号编码	(124)
3.2 数字信号编码	(130)
3.3 无线寻呼 1 号码的编码和解码	(134)
3.4 高速寻呼系统中的编码	(150)
第四章 无线寻呼的电波传播特性	(169)
4.1 电波传播的相关术语和定义	(169)
4.2 几种电波传播模型的比较	(170)
4.3 基本传播曲线	(173)
4.4 场强中值预测模式	(177)
4.5 场强随时间和地点的变化	(180)
4.6 业务场强、干扰场强和载波-干扰比	(182)
4.7 可用场强	(183)
4.8 覆盖	(184)
4.9 可容干扰的协调距离	(185)
4.10 建筑物穿透损耗的预测	(186)

4.11 寻呼系统的场强设计	(187)
第五章 无线寻呼网的结构和系统组成	(196)
5.1 本地无线寻呼网的结构和系统组成	(196)
5.2 区域无线寻呼网的结构和系统组成	(202)
5.3 全国联网的无线寻呼网的结构和系统组成	(211)
5.4 国际无线寻呼的联网方式	(212)
5.5 寻呼网的业务处理	(217)
5.6 寻呼网的性能	(221)
5.7 网络的频率配置	(233)
5.8 编号方式	(238)
5.9 接口技术要求	(244)
5.10 设备基本进网要求	(246)
第六章 寻呼发射机和接收机的测试与维修	(250)
6.1 寻呼发射机的主要指标和测试方法	(250)
6.2 寻呼接收机的测试与维修	(254)
附录 1 ASCII 字符表	(285)
附录 2 国家标准(GB2312-80)汉字字符集(区位码表) ...	(287)
主要参考文献	(308)

概 论

一、国外无线寻呼业务的发展概况

自 1951 年美国的 Air-call 公司在纽约开设无线寻呼业务以来,世界各国无线寻呼业务正以迅猛的速度向前发展。

美国 美国于 1958 年使用贝尔实验室研制出的新型无线寻呼系统 Bell-boy,开放了地区性和全国性的公用无线寻呼业务。该系统 1962 年改为自动操作方式,1973 年开始用数字编码技术取代原来的单音编码技术。

美国的寻呼接收机用户 1989 年为 810 万户,1991 年已达 1100 万户。MOTOROLA 公司和 AT&T 公司开发的手表式寻呼接收机已于 1990 年上半年投放市场。MOTOROLA 公司的汉字显示寻呼接收机已于 1991 年研制出样机。

英国 英国于 1959 年在伦敦圣托马斯医院安装小范围的寻呼系统,1971 年就推出了大范围寻呼业务。1975 年英国又研究和使用了 POCSAG 码,由于这种数字编码方式先进,设计合理,1982 年已被 CCIR 确定为无线寻呼 No. 1 编码。1988 年英国的寻呼接收机为 44 万只,普及率为 0.8%,预计今后每年将递增 30%左右。目前英国的无线寻呼普及程度已能与蜂窝移动电话业务抗衡。

欧洲 英国电信联盟于 1988 年提出把欧洲无线寻呼系统作为欧洲消息系统(European Messaging System)。该系统信号速率高(6.25kbit/s),频段范围宽(169.4~169.8MHz),共有 16 个频点,能够实现全欧洲自动漫游。现在欧洲电信标准协会(ETSI)已把它发展成为欧洲无线寻呼系统的规范,该系统将满足本世纪欧洲对无线寻呼业务的需求。随着通信事业的发展,欧洲消息系统将成为现代通信的组成部分,无线寻呼系统与无绳电话将在业务上互补。

欧洲消息系统在近期的用户预测中,从 1988 年到 1993 年,公用服务将从 150 万用户增加到 440 万户,专用系统将从 170 万用户上升到 220 万户,截止到 2000 年,用户总数将上升到 1300 万户。

法国 1987 年 10 月,法国广播电视部门获准经营称为“operator”的寻呼业务,用 130 部调频发射机和 400 部调频转发机覆盖法国 95% 的领土。1987 年 11 月法国电信部门在巴黎开放大区域的寻呼业务,用 13 部发射机由一个计算机主机接收和管理来自国内、国际的寻呼业务,1988 年法国的里昂、马赛、里尔等地也都先后开放了寻呼业务。

瑞典 瑞典于 60 年代末开始研究使用 VHF 调频立体声广播传输网传送无线寻呼信号,此种方式较经济,且覆盖面积大,已受到世界各国注目。1978 年正式开放该业务。

芬兰 芬兰自 1985 年开放寻呼业务以来,寻呼网已覆盖全国 95% 以上的地区,通过电话机可寻呼到国内任何地方的寻呼接收机用户。而且采用多部发射机在全国无线寻呼网中同频同步发射。该网的最大用户容量为 10 万。

日本 日本 NTT 公司于 1968 年在东京等 23 个地区开放寻呼业务,现在寻呼业务已发展到日本全国,且年增长率为 20% 左右,已有寻呼接收机 400 万只。日本寻呼接收机的种类发展很快,当数字、符号显示型的寻呼接收机投入市场不到一年,就又推出定型文字寻呼接收机、超薄卡片型、笔型寻呼接收机,其体积仅是原来的 $1/8$,重量是原来的 $1/4$ 。日本松下公司于 1990 年又研制出汉字显示的寻呼接收机。

西德 西德虽然在 95% 以上的地区已经建立了移动通信网,但是由于寻呼接收机的价格还不到移动电话机的 $1/4$,所以西德的寻呼业务发展相对更快。

以上几个国家的无线寻呼业务发展的情况列于表 1 中。

表 1 世界部分国家的无线寻呼业务发展情况

国家 特性指标	美国	日本	英国	瑞典	西德	芬兰	法国	欧洲
系统名称	GSA SCA Bell-boy EIA 双单音系统 EIA 五单音系统 POCSAG	POCKET Bell D3 POCSAG	POCSAG BPO 伦敦 系统	MBS POCSAG ERI-CALL NR-TEX MINI-CALL	Eurosignal	PTL-Tele 公司 Mobira	Motorola Alcatel- ANT- Telefunken	ERMES
使用频段 (MHz)	27.33-37.41-45 87-108,138-174 406-420;450-512 929-932	30,50;250; 138-174; 405-512 929-932	87,150 450,900	25-45 87.5;104 169.7	87.34— 87.415		87	169.6-169.8 169.4-169.6
频道间隔 (kHz)	40;30;25	10;12.5	12.5;25	12.5;25	25	25	25	25
制式	人工、自动	人工、自动	人工、自动	人工、自动	自动	自动	自动	自动
编码方式	双单音组合,五单 音组合,Golay Golay BCH 交织 码 POCSAG	双单音组合 BCH POCSAG	双单音组合 POCSAG	Kasami POCSAG	6 单音组合	POCSAG	POCSAG	POCSAG
服务能力	全国	全国	全国	全国	全国	全国	全国	全欧

续表

国家 特性指标	美国	日本	英国	瑞典	西德	芬兰	法国	欧洲
调制方式	FM、PM NRZ-FSK	PM NRZ-FSK	FM NRZ-FSK	PM、AM NRZ-FSK	AM			四电平 PAM/FM
寻呼机种类	仅单音型 语音型 仅数字型 字母数字型 定型文字型	仅单音型 仅数字型 (12位) 字母数字型 定型文字型	仅单音型 仅数字型 (24位) 字母数字型				仅单音型 仅数字型 字母数字型	仅单音型 仅数字型 字母数字型
最早启用时间	1951年	1969年	1959年	1978年		1985年	1987年	1988年
数字编码	1973年	1978年	1981年	1978年		1985年	1987年	1988年
启用时间								
用	1986年	280万户	250万	10万	10万	/	/	/
户	1988年	/	/	/	/	2.5万	300万	320万
数	1989年	810万	400万	/	/	/	/	/
量	1990年	930万	/	/	/	/	/	/
	1991年	1100万	/	/	/	/	/	/
	1993年	/	超100万	/	/	/	/	660万
	1998年	/	/	/	/	/	500万	/
2000年	/	/	超300万	/	/	10万	/	1300万

东南亚地区寻呼业务发展得更快,使用更为普遍。新加坡家庭主妇,甚至小学生也带着寻呼接收机;香港已有 60 万只,普及率为全球第一;台湾已建立公用寻呼网,1991 年 3 月寻呼接收机用户达 80 万户,1991 年 5 月经扩容其用户已达 120 万户,今后将达到 200 万。

随着计算机技术的发展,人工接续方式的无线寻呼系统将逐渐被自动接续方式代替。现在,北美 80% 的无线寻呼业务是自动寻呼;西德、芬兰、法国等西欧国家 100% 为自动寻呼,台湾也是 100% 的自动寻呼。自动寻呼是无线寻呼业务发展的必然趋势。1994 年由于双向寻呼和高速寻呼的提出,使世界寻呼业务的发展将会掀起新的高潮。

二、国内无线寻呼业务的发展概况

自 1983 年上海首次开通人工接续方式的无线寻呼业务以来,我国公用无线寻呼业务发展非常迅速。基本上是以每年翻一番的速度增长。根据资料统计,截至 1993 年上半年全国已有 1500 多个城市开办了寻呼业务。寻呼用户总数达 400 万。到 1994 年下半年,全国寻呼用户的总数已超过 1000 万。我国已成为继美国之后世界第二寻呼业务大国。

随着改革开放的深化,用户对自动接续方式的寻呼业务、汉字显示的寻呼业务等的区域联网及全国组网的要求愈来愈迫切。厦门和广州已于 1990 年首先开放了自动接续方式的寻呼业务。北京、上海等大、中城市也陆续开展了自动寻呼业务。广东、河北省已实现了全省联网(区域网)。人工接续方式的寻呼业务将实现全国联网。另外,随着双向寻呼业务的出现、高速寻呼业务的兴起,我国在寻呼业务上将会有有一个更大的发展。

世界各国寻呼业务的年度发展情况列于表 2 中。

表 2 无线寻呼发展年历表

年 代	大 事 记
1948	美贝尔实验室试制 Bell boy(带铃的仆人)呼叫接收机
1951	纽约开放第一套小型无线电呼叫业务,称为 Air call(空中呼叫)
1952	贝尔实验室制成 Bell boy 呼叫系统
1955	荷兰开放小型无线电寻呼业务 美国制成工作在 150MHz 的寻呼通信设备
1956	英国制成长波无线电寻呼的实验系统
1957	联邦德国建设称为 Auto Ruf 的无线电寻呼系统
1958	美国的 Bell boy 系统经改进后开放寻呼业务
1961	瑞典开始研制小型寻呼系统
1962	Bell boy 系统改造成自动操作 日本研制 Pocket bell(袖珍铃)系统
1963	荷兰研制大、中型寻呼系统
1965	美国出现了数字制的寻呼系统
1968	日本“袖珍铃”寻呼系统(150MHz 模拟制信号)开放业务
1972	英国进行大容量寻呼系统现场试验
1973	美国建成 450MHz 的数字制寻呼系统 澳大利亚建成大容量寻呼网
1974	联邦德国提出 Eurosignal(欧洲信号)方案,经西欧各国邮电部长联席会议(CEPT)通过采纳,作为西欧跨国寻呼网的基础。
1975	瑞士的 Auto Ruf 系统开始工作
1976	英国伦敦地区寻呼网开放业务
1978	日本的新寻呼系统(250MHz 数字制信号)开放业务 瑞典全国性寻呼网 MBS 开始工作
1981	美国研制 900MHz 的寻呼设备

续表

年 代	大 事 记
1982	英国组成了全英寻呼网 美国利用卫星在芝加哥和纽约之间传送寻呼信息。 日本试验了可以识别呼叫人的“超级呼叫”业务。 国际无线电咨询委员会(CCIR)采纳英国提出的 POSCAG 编码作为国际寻呼通信的一号标准编码。 中国上海开始试用寻呼系统 全世界寻呼用户数达 429 万。
1990	NTT 已开发出汉字寻呼机、卡片寻呼机和笔式寻呼机。 MOTOROLA 的手表式寻呼机投放市场 中国第一个联网台——珠江台开通。 美国的用户数达 930 万;日本达 400 万;香港达 60 万;中国 40 万。 Euro message 型多国无线电寻呼系统在欧洲投入使用。
1993	高速寻呼系统 ERMES 系统在欧洲开始商用。速率为 6250b/s 美国摩托罗拉公司提出 FLEX 高速寻呼系统速率 3200-6400b/s
1994	飞利浦公司提出 APOC 高速寻呼系统速率为 1200-6400b/s 中国寻呼用户超过 1000 万,成为仅次于美国的第二寻呼业务大国

第一章 寻呼系统的工作原理及设备

1.1 寻呼系统的工作原理

目前大量使用的寻呼系统是一种单向的数字系统。图 1-1 示出了一个人工和自动寻呼兼容的单发射机寻呼系统的组成方框图。由图可见,该系统是由接续设备、寻呼处理中心(包括人工台终端、主机、寻呼编码器等)、调制解调器、寻呼发射机及寻呼接收机群等部分组成。

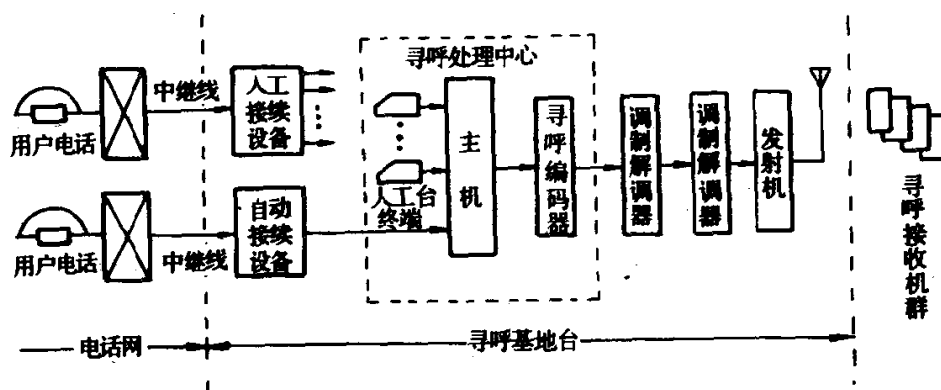


图 1-1 寻呼系统的组成方框图

当使用人工接续方式时(这也是目前寻呼系统使用的主要方式),主呼人可利用任何一台市内电话拨通寻呼台。邮电部经营的寻呼台,多数都采用 3 位特服号。例如:人工寻呼台为 126,自动寻呼台为 127 等。其它部门经营的寻呼台,一般均采用当地市话的号位,现在大多数城市已升为 7 位号。电话一旦拨通,信号被送至人工接续设备。它的作用是完成接续和排队两种功能。它将多个等待受理的寻呼信息按次序地接至人工操作台,使数目有限的寻

呼终端能有效地为更多的用户服务。当你通过人工接续设备和话务员接通后,你可将被呼者的寻呼机号码、你的姓名、电话号码及短语信息告诉话务员。寻呼话务员将这些信息输入到计算机终端显示的相应格式中,然后通过主机将信号送至寻呼编码器。寻呼编码器是一种专用的标准编码器,它决定于寻呼系统的编码方式。我国普遍采用的是国际一号寻呼码,即 POCSAG 码的编码方式(第三章中将有详细介绍)。数字信息经过编码后,原则上可以直接到发射机进行调制。但是,由于发射机和寻呼操作机房之间往往有一段距离,编码器输出的数字信号如果不经处理直接通过音频电缆送至发射机,这样将会由于严重的波型失真而造成误码。这在系统设计中是不允许的。为了解决这个问题,往往在编码器的输出接入调制解调器(MODEM)。它实际是 D/A、A/D 变换器对。因此,调制解调器纯粹是为了解决传输问题的。到达发射机的信号经调制后变成射频信号由天线发射出去。在无线电波覆盖范围以内的寻呼机持机用户均可接收到该信号。但是,只有那个或那些寻呼机号码和主呼者所希望呼叫的号码一致的寻呼机才能发出振铃或振动等提示信号、告知有人呼叫。被叫人可根据寻呼机上显示的电话号码或信息设法和主呼人取得联系。从而构成一次完整的通信过程。

当使用自动接续时,主呼人经市内电话拨通寻呼台〔往往要求电话是直拨电话或双音多频(DTMF)话机〕,通过自动接续设备接入主机。这时主呼人要完成类似话务员的操作,利用话机输入信息(往往有操作提示),以后的过程和上述人工寻呼过程一样。

单频点、单发射机寻呼系统的用户容量和服务面积往往是很有限的。为了扩大用户容量和覆盖范围,可以采用多台发射机进行同时播送(简称同播)的方式来解决。也就是通过寻呼控制中心将寻呼信息同时送至配置在不同地点的发射机同时进行发射。组成同播网的各发射机其频稳度等技术指标比单发射机工作时的要求高得多。一般频稳度指标就要求高出 2 至 3 个数量级。例如单发射机工作的频稳度在 3~5ppm 左右,而同播网中的发射机的频稳

度要求在 0.05ppm 以上。

在采用同播技术时,以前多采用延时线相位补偿的办法实现在时间上的同步,以免在网络交叠区发生错码。随着同步技术的发展和进步,现在有的厂家已生产了利用标准时钟的办法实现各发射机的严格同步。它是在主发射台控制中心设置时钟标准,各地分发射台的时钟定时地和主台对时,随时调整自己的时间。各台是在对准时间的基础上同时发射的,因此能保证各台严格地同播。当然,这样处理在设备投资费用上要大得多。

随着寻呼业务的发展,寻呼系统的网络结构也随之变化。在本书第五章将专门讨论寻呼网的结构和系统组成。

1.2 寻呼系统中的设备

一个寻呼系统的基地台所使用的设备受它的用户容量、覆盖范围、功能要求、生产厂家的技术处理措施等多方面因素制约。因此,在讨论系统设备时,不可能面面俱到。本节准备就我国寻呼系统中当前使用较广泛的设备扼要地加以介绍。

由上节中的图 1-1 可见,一个基本的寻呼系统,其基地台主要由接续设备、寻呼处理中心(人工操作终端、寻呼编码器)、调制解调器、寻呼发射机及天线系统等设备组成。

在人工接续设备中,目前使用较多的是北京电信设备二厂生产的 HTH02 型程控特服接续机,有的称排队机,也有使用摩托罗拉等国外公司生产的话路排队器。

自动接续设备中,则多采用进口设备,如摩托罗拉公司的 UNIPAGE 系统中的网络控制中心。自动接续的系统协议一般均使用“寻呼系统网络协议”——TNPP(Telocator Network Paging Protocol)。我国在这方面还没有具体规范,因此,目前暂使用这种网络协议。

寻呼处理中心是寻呼系统的核心部分。它处理从公用电话网