

无线寻呼系统

原理、设计与维护

许伟平 编著



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

无线寻呼系统原理、设计与维护

许伟平 编著

电子工业出版社

内 容 提 要

本书较系统地介绍了无线电寻呼系统的工作原理、工程设计和系统维护,全书共分八章。

第一章介绍信令、编码、组网和系统主要技术要求等基础知识;第二章介绍寻呼中心基站、人工接续控制和自动接续控制;第三章介绍寻呼接收机的电路原理和主要指标测试;第四章专门介绍 GL3000 自动寻呼系统的软、硬件结构和管理维护;第五章和第六章分别介绍卫星寻呼系统和新一代寻呼业务;第七章介绍了有代表性的三种 MOTOROLA 寻呼机的功能和电路原理;第八章介绍系统设计和维护方法。

本书深入浅出、图文并茂,理论联系实际,是从事无线寻呼业务的工程技术人员、管理人员和大专院校有关专业师生极具实用价值的参考书。

本书还可作为高等院校有关专业的选修课程教材。

无线寻呼系统原理、设计与维护

许伟平 编著

责任编辑 梁干(特约) 史明生

*

电子工业出版社出版(北京市万寿路)

北京市海淀区万寿路 173 信箱 (100036)

电子工业出版社发行 各地新华书店经销

电子工业出版社计算机排版室排版

北京大中印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张:18 插页:2 字数:470 千字

1996 年 7 月第 1 版 1996 年 7 月北京第 1 次印刷

印数:4000 册 定价:26.00 元

ISBN 7-5053-3389-5/TN·936

前 言

无线电寻呼作为一种单向的移动通信系统,可视为有线电话交换网的延伸。它以其价格低廉、小巧、方便的特点,迅速居各种发展的移动通信业务之首。

为了使更多的人尽快熟悉这一新的领域,掌握有关专业的基本原理,提高工程应用水平,笔者愿以几年来在国内外从事无线电寻呼中心和寻呼机的设计、研制的工作经验与大家分享、交流。

本书的特点力求从实用性、系统性出发,并反映国际上无线电寻呼技术的现状和发展。为适应不同读者的需要,在内容安排上,以系统设备的组成为线索,全面介绍寻呼系统的基本原理、电路设计、工程应用。在系统体制、技术标准、技术发展等方面,以介绍我国公布和将公布的体制和标准为主,力求做到资料丰富完备。有关理论论证,简明扼要,避免繁琐的数学推导,着重引导读者把这些原理应用于实际。

本书的主要章节安排如下:

第一章概括无线电寻呼系统的发展、内容、有关技术体制及操作,可使读者对无线电寻呼系统有个全面、初步的认识。第二章和第三章分别深入讨论无线电寻呼中心和寻呼接收机的关键技术。第四~六章重点介绍了在我国使用的先进的典型寻呼系统和新型寻呼业务。第七章则介绍了我国市场上常用的先进的寻呼机系列。最后在第八章概括了一般寻呼系统的设计、规划步骤,并结合具体机型总结了寻呼发射机和接收机的一般维护和检修方法。

本书既可用作各大专院校通信学科的专业教材,又可作为这一领域的工程技术人员、决策人员、营销人员和广大的无线电寻呼用户的参考书。

由于编写匆忙,难免挂一漏万,欢迎广大的读者提出宝贵意见。

本书的编写得到了许多前辈的鼓励和同事的支持,在此表示感谢。

编者
1995年10月

目 录

第一章 无线电寻呼概论	(1)
第一节 引言	(1)
1.1 专用无线电寻呼系统	(1)
1.2 公用无线电寻呼系统	(1)
第二节 无线电寻呼的发展过程和发展趋势	(3)
2.1 无线电寻呼的发展	(3)
2.2 无线电寻呼、移动通信与 PCN	(4)
第三节 信令系统	(5)
3.1 CCIR NO.1 无线电寻呼码的诞生	(5)
3.2 CCIR No.1 (POCSAG) 信令格式	(7)
3.3 其它类型的数字寻呼码	(9)
第四节 信息编码	(10)
4.1 综述	(10)
4.2 数字寻呼机的信息编码	(12)
4.3 字母数字寻呼机的信息编码	(13)
4.4 摩托罗拉汉字寻呼机的信息编码	(14)
4.5 序列字根法信息编码	(16)
第五节 无线电寻呼系统的组网	(19)
5.1 本地无线电寻呼网	(20)
5.2 区域无线电寻呼网	(23)
5.3 全国联网的无线电寻呼网	(25)
第六节 无线电寻呼系统的寻呼功能	(27)
6.1 无线电寻呼网的寻呼功能	(27)
6.1.1 人工接续的无线电寻呼网的寻呼功能	(27)
6.1.2 全自动接续的无线电寻呼网的寻呼功能	(29)
6.2 寻呼接收机的主要功能	(30)
6.2.1 寻呼接收机的基本功能	(30)
6.2.2 寻呼接收机的特殊功能	(31)
第七节 无线电寻呼系统的主要技术要求	(32)
7.1 无线电寻呼中心的技术要求	(32)
7.2 寻呼接收机的主要技术指标	(34)
7.3 无线寻呼网的接口技术要求	(35)
第八节 无线电寻呼网的服务容量与编号计划	(36)
8.1 无线电寻呼网的服务容量	(36)
8.1.1 地址码的容量	(36)

8.1.2 单频点的用户服务容量	(36)
8.1.3 控制终端容量	(37)
8.2 无线电寻呼的编号计划	(37)
8.2.1 无线电寻呼的编号原则	(37)
8.2.2 寻呼中心专用号码的分配	(38)
8.2.3 寻呼接收机的用户号码的编号方案	(39)
8.2.4 寻呼拨号方式	(39)
8.2.5 无线电寻呼接收机的地址号码的分配	(40)
第二章 无线电寻呼中心	(42)
第一节 引言	(42)
第二节 程控交换基础	(44)
2.1 综述	(44)
2.2 话务理论基础	(45)
2.2.1 话务量计算	(45)
2.2.2 服务质量的计算	(46)
2.3 电话交换的信令系统	(48)
2.3.1 用户线信令(subscriber line signalling)	(48)
2.3.2 局间信令	(50)
第三节 排队服务器	(55)
3.1 排队服务器的主要功能	(55)
3.2 排队服务器的组成和工作原理	(56)
3.3 排队服务器对无线电寻呼服务质量的改善	(56)
第四节 人工接续的无线电寻呼控制中心	(58)
4.1 控制中心的基本要求	(58)
4.2 汇接系统	(59)
4.2.1 多路异步通信控制器工作规程	(59)
4.2.2 汇接系统的硬件结构及应用特点	(65)
4.2.3 汇接系统的工作原理和软件结构	(66)
4.3 网络系统	(68)
4.3.1 计算机局域网简介	(68)
4.3.2 网络系统的硬件结构和应用特点	(73)
4.3.3 网络系统的工作原理和软件结构	(75)
第五节 自动接续的无线电寻呼控制中心	(77)
5.1 自动控制中心的基本要求	(77)
5.2 与人工寻呼对比的自动寻呼信息流程	(77)
5.2.1 人工寻呼控制中心的信息流程	(78)
5.2.2 自动寻呼控制中心的信息流程	(78)
5.3 自动寻呼控制中心的硬件结构	(83)
5.3.1 中继处理模块	(83)
5.3.2 语言缓存模块	(88)

5.3.3 系统定时模块	(89)
5.3.4 主机	(89)
5.3.5 控制台(CONSOLE)	(90)
5.3.6 编码器	(91)
5.4 自动寻呼控制中心的软件结构	(91)
第六节 编码器	(92)
6.1 CCIR NO.1 无线电寻呼码的编码原理	(92)
6.2 编码器的基本要求	(95)
6.3 编码器的硬件结构	(96)
6.4 编码器的工作原理和软件	(97)
第七节 基站	(97)
7.1 发射功率与寻呼范围	(97)
7.1.1 模型公式计算法	(98)
7.1.2 呼通率与系统余量	(103)
7.2 射频同步和相位同步	(104)
7.2.1 射频同步	(104)
7.2.2 相位同步	(104)
7.3 发射设备	(105)
第三章 无线电寻呼接收机	(107)
第一节 引言	(107)
第二节 省电原理	(108)
2.1 前置码在省电技术中的作用	(108)
2.2 帧同步码在省电技术中的作用	(108)
2.3 省电工作原理	(109)
第三节 解码原理	(109)
3.1 随机错误的捕错译码	(109)
3.2 随机错误的解析译码	(112)
3.3 突发错误的捕错译码	(115)
3.4 CCIR NO.1 无线寻呼码的译码	(117)
3.5 纠错编码对误码率性能的改善	(121)
第四节 高频接收模块	(121)
4.1 综述	(121)
4.2 超外差式接收原理	(121)
4.3 AFC 差分检波接收原理	(122)
4.4 直接变换接收原理	(124)
4.5 锁相环频率合成原理	(126)
第五节 基带处理模块	(128)
5.1 综述	(128)
5.2 微处理器的工作特点	(128)
5.3 液晶 LCD 的特点与要求	(129)

5.4	外接存储器	(130)
5.5	基带处理模块的软件设计	(132)
第六节	寻呼机主要指标的测试	(133)
6.1	测试条件	(133)
6.2	技术指标测试方法	(133)
第四章	GL3000 自动寻呼系统	(139)
第一节	GL3000 总体介绍	(139)
1.1	综述	(139)
1.2	GL3000 系列的系统特性	(139)
1.3	GL3000 系列的主要组件及其容量配置	(140)
1.4	GL3000ES 可选配的基本组件	(142)
1.5	GL3000ES 的扩展	(143)
第二节	GL3000 寻呼终端的硬件结构	(144)
2.1	硬件结构	(144)
2.2	主要外围组件	(145)
2.3	主要控制组件	(150)
第三节	GL3000 寻呼终端的软件结构	(152)
3.1	多任务操作系统(MTOS)	(152)
3.2	软件分类及结构	(152)
3.3	主机应用层基本任务	(154)
第四节	GL3000 的管理和维护	(155)
4.1	综述	(155)
4.2	1 号用户的菜单系统	(156)
4.3	2 号用户的菜单系统	(160)
第五章	卫星寻呼系统及测试	(161)
第一节	引言	(161)
第二节	卫星寻呼系统的组成	(161)
2.1	卫星通信系统的组成	(161)
2.2	卫星寻呼系统的组成和工作过程	(162)
第三节	卫星寻呼的性能测试	(163)
3.1	卫星寻呼的测试内容	(163)
3.2	测试系统组成	(163)
3.3	测试条件	(164)
3.4	测试结论	(164)
第六章	新一代寻呼业务	(166)
第一节	引言	(166)
第二节	新一代寻呼系统的功能特点	(166)
第三节	系统组成	(168)
3.1	主机	(168)
3.2	程控交换机(PABX)	(169)

3.3 数字录音系统·····	(170)
3.4 自动拨号系统·····	(170)
第七章 MOTOROLA 寻呼接收机 ·····	(171)
第一节 BPR-2000 寻呼接收机 ·····	(171)
1.1 综述·····	(171)
1.2 基本功能·····	(172)
1.3 硬件电路原理·····	(172)
第二节 BRAVO 寻呼接收机 ·····	(174)
2.1 综述·····	(174)
2.2 基本功能·····	(177)
2.3 硬件电路原理·····	(179)
第三节 ADVISOR 顾问型中文寻呼机 ·····	(181)
3.1 综述·····	(181)
3.2 基本功能·····	(182)
3.3 硬件电路原理·····	(183)
第八章 寻呼系统的设计与维护 ·····	(185)
第一节 寻呼系统的一般设计方法 ·····	(185)
1.1 无线寻呼用户的基本要求·····	(185)
1.2 无线寻呼系统的设计步骤·····	(185)
第二节 设计举例 ·····	(186)
2.1 寻呼基站设计举例·····	(186)
2.2 寻呼系统配置设计举例·····	(187)
第三节 寻呼系统的一般维护方法 ·····	(188)
3.1 维护制度·····	(188)
3.2 故障检修·····	(189)
第四节 发射机的维修 ·····	(189)
第五节 寻呼机的维修 ·····	(192)
参考文献 ·····	(202)
附录 1 爱尔兰公式计算表 ·····	(204)
附录 2 概率积分表(误差函数表) ·····	(257)
附录 3 无线电寻呼汉字编码字符集 ·····	(261)

第一章 无线电寻呼概论

第一节 引言

无线电寻呼系统是一种单向通信系统,属于移动通信的一个分支。它常由电话网、无线电寻呼中心和移动的无线电寻呼接收机组成。无线电寻呼中心包括一个无线电寻呼控制中心和若干个基地台,每个基地台都有一个发射台。系统中传输的是可寻址的数字信息或少量话音信息。发射机的输出功率可由覆盖范围决定。每个寻呼接收机具有特定地址并且调谐在寻呼中心的发射频率上,可以接收主叫用户经电话网由寻呼中心发出的寻呼信息。当地址相同时,该接收机即发出声响或振动并可在屏幕上显示出数字或文字信息,通知被寻呼者以进一步联系。这是无线电寻呼系统的最基本设计思想。它的特点是系统信道容量大、频谱利用率高,一个频点可以为上万个用户服务,体积小、重量轻的寻呼接收机价格便宜、携带方便,这些是其它任何一种移动通信系统都无法比拟的。

无线电寻呼系统的分类方法有多种:按用户对象划分,有专用、公用两类;按服务容量划分,有小容量、中容量和大容量三类;按无线电寻呼网与电话交换网的接续方式划分,有人工和自动两类;按覆盖范围划分,有单区制和多区制两类;按组网方式划分,有本地、区域、全国联网甚至国际联网等;按无线电寻呼接收机的类型划分,有音响、数字、数字字符和中文显示等等。随着现代通信技术的迅速发展,应用范围的不断扩大,无线电寻呼系统的类型将越来越多。这里先就属于基本分类的专用无线电寻呼系统和公用无线电寻呼系统进行介绍,以对无线电寻呼系统的组成及应用特点有个初步了解。

1.1 专用无线电寻呼系统

专用无线电寻呼系统由用户交换机或者若干条市话用户线、无线电寻呼控制中心、发射台和移动的无线电寻呼接收机组成。其中的寻呼控制中心大多是自动控制,也可以是人工控制(见图 1-1)。该系统可供某单位内部使用,诸如医院、工矿和宾馆等。这种专用的系统通常具有较小的用户容量和发射功率。一般每个系统的用户数在 20~3000 之间,发射功率在 1W~5W。而且除了具有公用无线电寻呼系统的常规服务功能外,还可根据不同需要增加特殊服务项目。

1.2 公用无线电寻呼系统

公用无线电寻呼系统由与公用电话网相连接的无线电寻呼控制中心、若干个基站发射机和移动的无线电寻呼接收机组成(图 1-2)。寻呼控制中心可以是人工控制,也可是自动控制。无线电人工寻呼中心主要包括无线电寻呼人工服务台、编码器和可选配的调制器(MODEM)。无线电自动寻呼中心是由自动寻呼终端、寻呼数据处理中心和可选配的调制器(MODEM)、发射网路控制器组成。其中自动寻呼终端主要包括中继接口单元、记发器、用户号码核对器、语言信箱;数据处理中心主要包括排队器、编码器及数据处理设备;发射网路控制器主要包括鉴相器、网路控制单元、调制器(MODEM)。基站主要由发射机、天线和可选配的解调器(MODEM)、基站控制

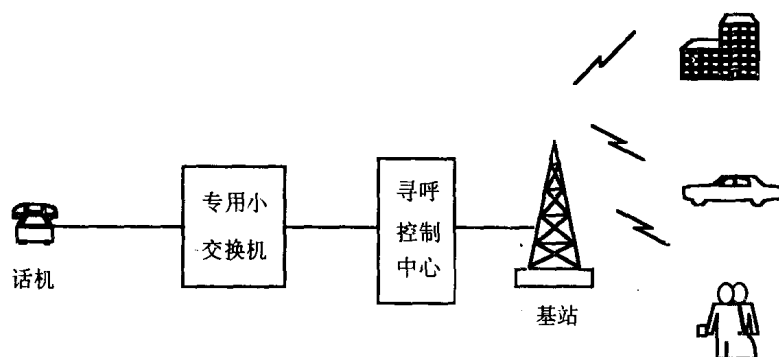


图 1-1 专用无线电寻呼系统结构示意图
器及同步接收机组成。具体的系统配置将在第三节的组网中介绍。

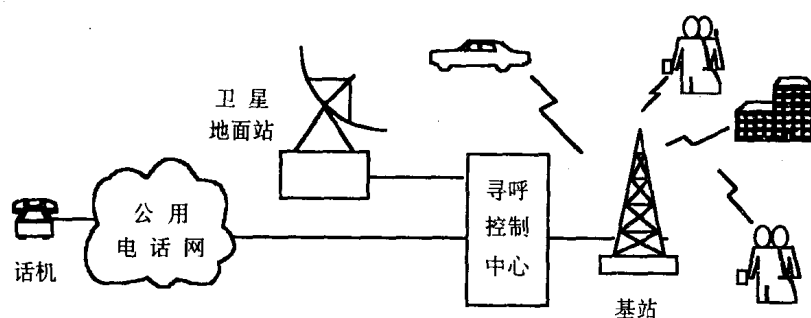


图 1-2 公用无线电寻呼系统结构示意图

对于人工台,主叫用户的呼叫通过 PSTN 或 PABX 到达寻呼台,操作员以抢答方式或排队方式受话,并在各自的操作终端上键入被叫地址和呼叫信息,各终端的信号排队进入编码器,编码后的信号送到调频发射机发射。人工台可为音响、数字、字母数字和中文显示寻呼接收机的用户提供服务。对于自动台,主叫用户直接拨通寻呼台,再利用 DTMF 话机的键盘输入被叫地址和信息代码,自动台收到结束代码或主叫挂机后,对地址和信息进行编码,然后送往基站发射机。或者利用话音存储器,保存主叫用户的留言,仅发送特定代码通知被叫用户听取留言。自动台只可以使用音响和数字显示寻呼接收机。由编码器到基站发射机可采用下列三种方式传输。

1. 基带传输

当编码器与发射机间的距离小于 300 米时(RS-232 接口),采用基带信号通过电缆直接传输最简单。

2. 音频传输

当编码器与发射机间的距离较大时,可使用选配的调制解调器(MODEM)对基带信号在音频上调制,调制后的音频信号可利用二线或四线电话线路进行传输,以防基带信号经远距离传输后因失真或干扰而产生误码。在发射机之前再由 MODEM 解调恢复出基带信号。如果寻呼范围较大需要多台发射机配置在一个寻呼网内,则可采用多路分配器,将音频信号分别连接到各个发射机。

3. 射频传输

当编码器与发射机间的距离很大,或难以架设电话线时,可在寻呼中心配备一个 UHF 小功率发射机,而基地台备有差转机接收这个信号,并将其转换成 VHF 频率发射。

如今,随着有线电话、无绳电话、移动无线电话和卫星通信的迅速发展,无线电寻呼系统作为现代通信网的延伸也能提供用户个人在任何时间,任何地点进行双向通信。

第二节 无线电寻呼的发展过程和发展趋势

从最初的室内无线电寻址系统问世到今天可以提供国际联网的无线电个人寻呼业务,无线电寻呼系统在无线电频段、信令系统及系统网络结构包括寻呼接收机等方面有了很大的发展,已成为移动通信的一个重要分支,相信最终会向 PCN 迈进。

2.1 无线电寻呼的发展

第一阶段在本世纪 50 年代中期,为解决医院里及时寻找医生和护士的问题,人们想到了利用无线电技术。于是在 1957 年左右,第一个专用寻呼系统由 Multitone 公司推出。那时的系统还相当简单,仅利用电感回路的技术,频段选用 30 ~ 50kHz,各个接收机调谐在各自的载频上。为增加用户容量,又推出了在 40 kHz 载频上调频的改进系统。

第二阶段到了 60 ~ 70 年代,无线寻呼系统从作为内线电话延伸的专用寻呼系统发展到作为公用电话网延伸的公用寻呼系统。1963 年第一个市内公用无线寻呼系统于美国华盛顿开通。为进一步增加用户容量,信令系统从 1977 年开始引入无线电寻呼系统,并经历了从模拟信令到数字信令的发展。如一个典型双音寻呼系统的寻址容量在 1000 ~ 3500,而由英国邮政总局编码标准化咨询组于 1978 年制定的 POCSAG 码,其寻址能力多达 8×10^6 。这在第二章信令系统中有详细的介绍。在此阶段,无线电寻呼的可用频段有所增加,27 MHz 到 42 MHz 和 470 MHz 频段分配给专用无线电寻呼使用。其中在 VHF 频段上采用调幅,频率间隔从 25kHz 变到 10 kHz;在 UHF 频段上采用调频,频率间隔仍为 25 kHz。公用无线电寻呼使用的频段有美国的 150MHz 和 450MHz,日本的 250MHz,英国的 150MHz、470MHz 和 930MHz 以及瑞典的调频广播波段 88 到 104MHz。寻呼接收机也从早期仅能发出音响的袖珍铃发展为可振铃或振动并能显示数字或字符的接收机。其中专用寻呼系统中常常还传些话音。

第三阶段从 70 年代末到 80 年代,数字信令系统得到了完善,1982 年 2 月,CCIR 从众多不相兼容的信令系统中接收 POCSAG 码并推荐为国际寻呼一号信令。至此无线电寻呼迅速在世界各国发展普及,并从独立的市网发展到多市、多国联网。在欧洲又开始了对新的泛欧信令系统 (ERMES) 的研究。

第四阶段进入 90 年代以后,一方面以大容量、多区域为目标的各类无线电寻呼网在世界各地开通。如欧洲开通的典型寻呼联网业务有以 POCSAG 为信令的泛欧卫星寻呼业务和以 ERMES 为信令的泛欧寻呼业务。信令系统在 POCSAG 基础上发展到新的 ERMES 后,数码传输速率从 512b/s、1200b/s 增至单信道 6.6kb/s,从而使利用寻呼网传输文字信息成为可能。另一方面,POCSAG 码于 1992 年完成了速率由 512b/s、1.2kb/s 提高到 2.4kb/s 的试验。美国摩托罗拉公司提出与 POCSAG 码兼容的 FLEX 高级寻呼编码方式,允许具有 1.6kb/s、3.2kb/s 及 6.4kb/s 三种速率。而菲利浦公司提出的 APOC(Advanced Paging Operation Code)速率可达 6.4kb/s。用于

联网的无线电频段从 169.4MHz ~ 169.8MHz,信道间隔仍为 25kHz。这样就出现了多信道的寻呼接收机。另一方面以与其它移动通信系统相结合,可为移动用户提供即时双向通信为特征的各类综合无线寻呼系统陆续问世。例如,将无线电寻呼接收机与 CT2 手机合为一体,利用无线电寻呼系统与 CT2 系统的结合,为 CT2 的用户提供了双向通信的业务。从而使公用无线电寻呼系统从第一代的有线电话网的延伸,发展成第二代的无绳电话网的补充。目前一种可即时对话的第三代寻呼系统亦已推出,这种改进型的寻呼系统利用无线寻呼系统与程控交换技术的结合,可为固定电话网上的用户、CT2 用户及无线电话网上的用户提供双向通信的业务。开放语音寻呼也是吸引用户的一个功能,因此各种语音存储和压缩技术亦在不断的研究、改进之中。

表 1-1 反映了国际上公用无线电寻呼的各个重要发展阶段。

表 1-1 国外部分公用无线电寻呼的发展

系统/信令名称	重要的发展阶段	时间	地点
BELLBOY	市内公用业务开放	1963	华盛顿
SEMAPHONE	国内公用业务开放	1964	荷兰
EUROSIGNAL	泛欧业务开放	1967	欧洲
SWAP	数字寻呼业务开放	1969	加拿大
MBS	国内数字广播业务开放	1970	瑞士
GSC	美国开放此信令的寻呼	1973	美国
SWAP	英国该信令的寻呼开放	1975	英国
POCSAG	制定出数字信令标准	1978	伦敦
NTT	日本数字寻呼业务开放	1978	东京
POCSAG	该信令的寻呼初步开放	1981	伦敦
RPC 1	CCIR 推荐 POCSAG 信令	1982	日内瓦
POCSAG	所有制造商都提供该信令	1986	全世界
ERMES	研究新的泛欧标准	1987	CEPT
POCSAG	三国寻呼以此信令联网	1990	英法等
ERMES	制定出泛欧信令标准	1990	欧洲
POCSAG	以此信令开放泛欧卫星寻呼	1990	欧洲
ERMES	泛欧寻呼以此信令开放	1992	欧洲

自从我国 80 年代末引进无线电寻呼系统之后,无线电寻呼技术和业务的发展方兴未艾。据有关统计资料,1985 年全国仅 10 个寻呼中心,4000 个用户,至 1993 年上半年已发展到 1473 个寻呼中心,407.42 万个用户。人工寻呼或自动寻呼业务已基本在全国各省的市、县开通,部分省市还开通了区域联网的寻呼业务。随着中文显示寻呼接收机投入市场,寻呼功能也已由单一的数字寻呼向中文寻呼、语言信箱、公众广播信息服务、股票行情等多功能服务的方向发展。在今后的几年内无线电寻呼系统网络将逐步在区域联网基础上实现全国联网乃至国际联网。

2.2 无线电寻呼、移动通信与 PCN

移动通信是指通信双方或至少有一方在运动中进行信息交换。它是现代化综合通信网中不可缺少的一环。PCN 是一种将公共固定网与移动网结合起来,有线接入和无线接入结合起来,形成一个不仅提供话音业务,而且提供非话业务的全球个人通信系统。其目的是仅通过一个个人

识别号码和便携式通信终端,向用户个人提供无论何时何地均可实现各种智能综合业务的全球通信网。可以说 PCN 是未来通信的最后阶段。目前 PCN 的发展正处于起步阶段,还未形成统一的标准。国际上正从四个途径向 PCN 迈进:

- (1)在无线电寻呼及各种移动通信系统,特别是数字蜂窝移动通信系统的基础上发展 PCN;
- (2)在无绳电话 CT 基础上发展 PCN;
- (3)由室内无线局域网 LAN 进一步发展成为 PCN;
- (4)利用移动卫星通信技术建立低轨道的全球个人卫星系统。

从无线电寻呼的发展历程来看,无线电寻呼系统已从专用走向了公用,公用无线电寻呼系统也从第一代单纯有线电话网的延伸,发展成第二代的无绳电话的补充。目前一种可为固定电话网上的用户、CT2 用户及无线电话网上的用户提供即时对话的第三代综合寻呼系统亦已推出。此外,无线电寻呼还从彼此独立的寻呼系统走向了多区、本国、跨国的联网,甚至可直接利用卫星链路,增加寻呼网的覆盖范围,从而扩大寻呼网的业务范围。特别是在人烟稀少的地区,使用其它移动通信业务由于需要投入大量的基站及控制系统等设备是很不经济的,因此卫星寻呼系统有其独特的吸引力。

由此可见,在个人通信网(PCN)的发展过程中,无线电寻呼作为移动通信的一个分支,为 PCN 的发展作了技术储备,正发挥着不可缺少的补充作用。今后随着科学技术的进一步发展,PCN 技术的不断成熟,无线电寻呼将综合成为 PCN 的一部分,从而以多元化的通信业务为不同消费层次的用户提供服务。

第三节 信 令 系 统

3.1 CCIR NO.1 无线电寻呼码的诞生

寻呼系统的信令主要完成单向寻址的功能,即发出某一寻呼接收机的特定机身码以启动相应用户的寻呼接收机。此外,还应能把一段经过编码的信息(数字或文字)内容传给该寻呼接收机显示或存储。

早期寻呼系统采用的是模拟信令,即以话音通带 100Hz 到 3000Hz 内不同频率和时长的单个音频序列组成信令,仅完成单向寻址的功能。常用的有两音频序列和五或更多音频序列信令。例如,欧洲早期采用的一种重要的音频序列信令——Eurosignal,就是用 313.3Hz ~ 1153.1Hz 范围内的音频序列构成寻呼信令。每次寻呼由 6 个用以寻址的音频序列组成并为一个称之为拆线音的最高频点 (1153.1Hz) 所隔。其中用于寻址的每个音频选自上述范围内 10 个频点中一个,持续 100ms,用于分隔的拆线音持续 200ms,其信令格式见图 1-3。由此可见,该信令系统的寻呼率最大为每秒 1.25 次呼,寻址容量为 1×10^6 。

随着寻呼业务的发展,无线电寻呼网变得越来越大,使用的用户与寻呼信息越来越多,信令也变得越来越复杂,单纯的模拟信令已不能适应。数字信令是把要传递的用户地址和寻呼信息以二进制码的形式编码。这种信令可根据信令复杂程度选择不同长度的码元组合传递各种信息。由于数字信号的传输速率快,故还可加纠错编码技术,进一步提高信令的可靠性。此外,数字信令还便于计算机及微处理器处理,其设备比模拟信令的系统更为轻便、价廉。所以目前早期的模拟信令设备已大都被淘汰,而采用数字编码的寻呼设备。

第一个二进制的数字寻呼系统是由加拿大推出的 SWAP (System Wide Area Paging),在这个

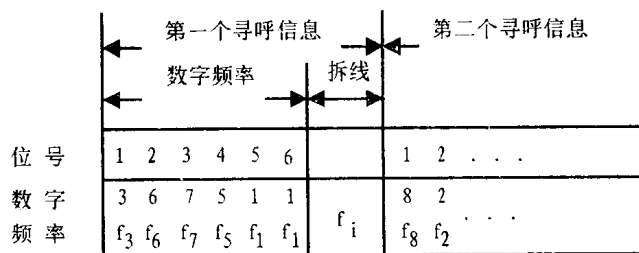


图 1-3 Eurosignal 信令格式

系统中首次利用了计算机控制技术。之后该系统被允许在英国伦敦投入公共营运。很快人们发现该系统在系统传输和信令编码方面存在问题。英国邮政总局认识到有必要选择一种寻呼编码和信令格式,满足当时实验做出来的特性要求且能被国际所承认。于是在 1975 年 12 月成立了邮政总局编码标准咨询组,在 R. Tridgell 先生的领导下,代表 13 家主要寻呼公司和制造厂家的 36 位工程师经过二年的研究工作以及 16 次讨论,先后发表了 68 篇技术论文,归纳出适合于较大的国家及城市采用的码特性,现列于表 1-2。最终 Philips 研究实验室提出了一种码的信令格式。经 P. Mabey 的稍加修改诞生了符合表 1-2 所列特点的信令格式,这就是以邮政总局编码标准咨询组命名的 POCSAG 码。经过多次对各种环境条件的实验数据进行分析以及与其它码比较,得到了该码的特性归纳于表 1-3。

由于 Philips 决定不为 POCSAG 码申请专利且免费供国际上使用,所以这种高性能的码很快得到了广泛应用。在 1982 年 2 月,CCIR 推荐 POCSAG 码为国际寻呼 1 号信令。从此所有的寻呼系统都提供 POCSAG 码的信令。

在当时许多国家也对寻呼的数字信令进行了研究和开发,并产生了许多重要的数字信呼码,如:美国的 GSC,日本的 NTT,瑞典的 MBS 等。目前欧洲已在 POCSAG 码的基础上研究出了便于联网、速率更高的新的 ERMES 信令。我国的寻呼信令还采用 POCSAG 码。

表 1-2 用于寻呼的理想码特性

码容量	10^6 个寻呼接收机每个有 4 个地址
寻呼率	每秒 6 次
无线电频率	不限
无线电信道间隔	25kHz 或 12.5kHz
调制	选择具有最佳系统特性方式
传输模式	顺序或同时
发射机邻频道频率偏移	实用且低成本维护
线路传输	标准调制/解码器
绝对线传输延时	100 μ S
呼损率	在市内覆盖范围边界 $\leq 2\%$
错呼率	10^{-8}
接收机省电技术	电码格式实现
信息	数字和字符形式
码的兼容性	不能接受其它码形式的呼叫
无线电惯例	不违背

表 1-3 POCSAG 码特性

寻址容量	8×10^6 或 2×10^6
寻呼率	每秒 15 个呼叫
数字寻呼率	每秒 5 个呼叫(最长 10 个字符信息)
字符寻呼率	每秒 1.07 呼叫(最长 40 个字符信息)
数据传输率	512 位/秒
信道间隔	12.5 或 25kHz
调制方式	非归零 FSK + 4.5kHz(+ 2.5kHz) = 0 - 4.5kHz(- 2.5kHz) = 1
传输	同时或顺序
呼损率	2%
纠错能力	每个码字 2 位随机错 5 位突发错
呼错率	10^{-8}
接收机省电技术	在正常传输过程中接收机仅用电 18%
信息形式及容量	不限

3.2 CCIR No.1 (POCSAG) 信令格式

POCSAG 码由前置码(Preamble)和后续若干个均以同步码字(SC)开始的码组(batch)构成,码格式见图 1-4 所示。

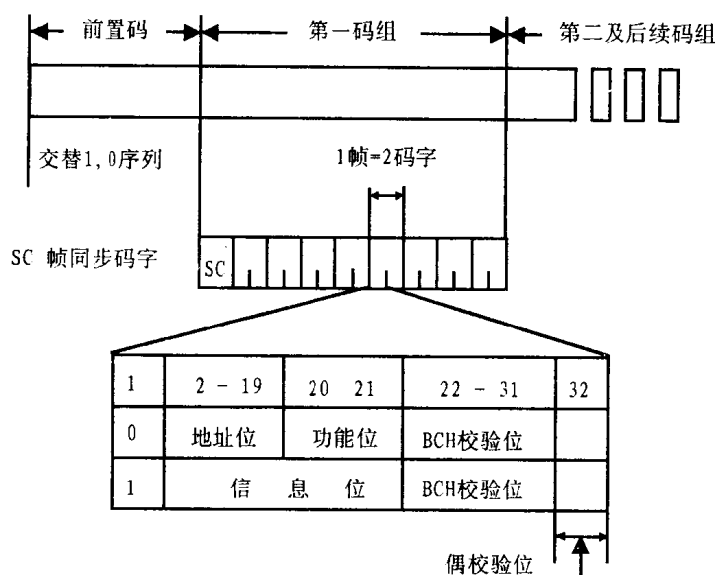


图 1-4 POCSAG 信令格式

前置码为一段“1”“0”交替的码,最少持续一个码组再加上一个码字的长度(576 位),用于省电技术,确保寻呼接收机做好接收同步码的准备。省电原理详见第三章。

每一个码组由一个同步码字开始,后接 8 个帧,这 8 个帧依次编号为 0—7。寻呼接收机具有 21 位有效地址(二进制),其最低三位与 8 个帧中的一帧相对应。例如,寻呼接收机的地址最低三位是 000,则分配在 0 号帧,001 被分配在 1 号帧,⋯, 111 被分配在 7 号帧,这样系统中所用

的用户相应被分成了 8 组。这种组帧结构也是为省电技术设计的。

每一帧由 2 个码字构成。一个码字长度为 32 位由一个(31,21) BCH 码和附加的一位全码偶校验组成。在 POCSAG 码中码字主要分为两类,一类为地址码,另一类为信息码。这由每个码字的第一位来标识,故这一位又称为标志位。

地址码的标志位填“0”,第 2 至第 19 位为二进制形式的地址码的高 18 位,考虑到没有发送的隐含低 3 位,21 位的寻呼地址码被称为无线电识别码(RIC)。总共可寻呼 $2^{21} \approx 2 \times 10^6$ 个用户地址。

在发端,被叫寻呼接收机的 RIC 及随后的信息必须在对应的帧开始发送,接收机也只在本机相应的那一帧加电,检查是否收到本机 RIC,如找到则接收机继续工作,接收后续的信息码,否则停止工作,直到下一个工作周期(详见第三章的说明)。图 1-5 为地址码的形成过程示意图。

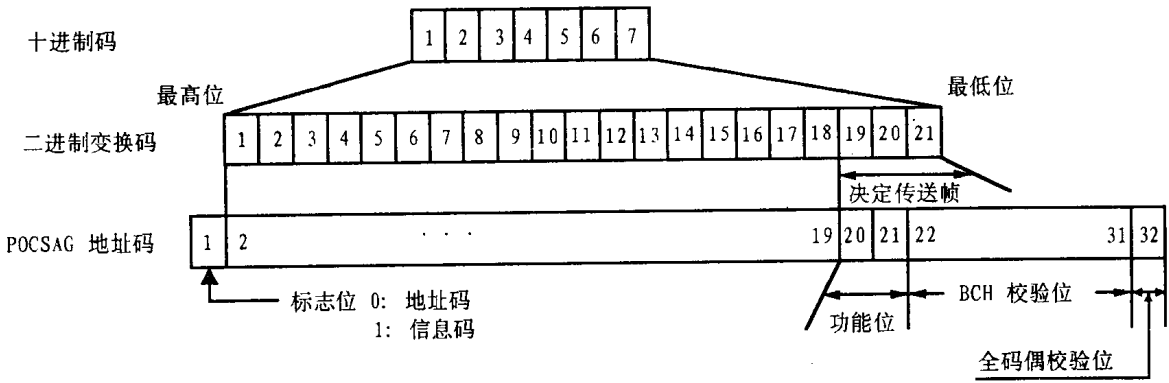


图 1-5 地址码的形成过程

紧跟在每个 RIC 后面的 20,21 两位为地址功能位,在早期的袖珍铃阶段,决定四种振铃音响。对目前可显示的接收机,则用四种不同音响表示寻呼机的类型。从而可以在一个寻呼网中利用同一个 RIC,寻址不同类型的寻呼接收机。相当于扩大了寻址范围及寻呼功能,使总寻址数可达 $2^{23} \approx 8 \times 10^6$ 。表 1-4 为功能位与消息类型及寻呼通知音之间的关系。此外,每个寻呼接收机也可分配几个 RIC。

表 1-4 功能位组合表

功能比特四合	消息类型	寻呼通知音
0 0	仅用数字	1 响
0 1	汉字	2 响
1 0	无消息	3 响
1 1	字母、数字	4 响

信息码的标志位填“1”,第 2~第 21 位为 20 位的信息码段。在 POCSAG 码中并未对信息的代码格式作具体规定,仅提出两种建议:四位传送一个字符和七位传送一个字符。随着寻呼系统的发展,目前可根据不同类型的寻呼接收机填入常用的四位、七位或十四位的信息数字编码,具体内容详见下一节。

在发送时任一用户的信息码字必须紧跟在相应地址码后发送,任意长度的信息可以持续一个或多个码字发送,但不能破坏 POCSAG 码的结构,即同步码字不能被信息码所取代。如果在一个码组的结束时信息尚未发送完毕,此时必须再次发送同步码字,未发完的信息字接着在下