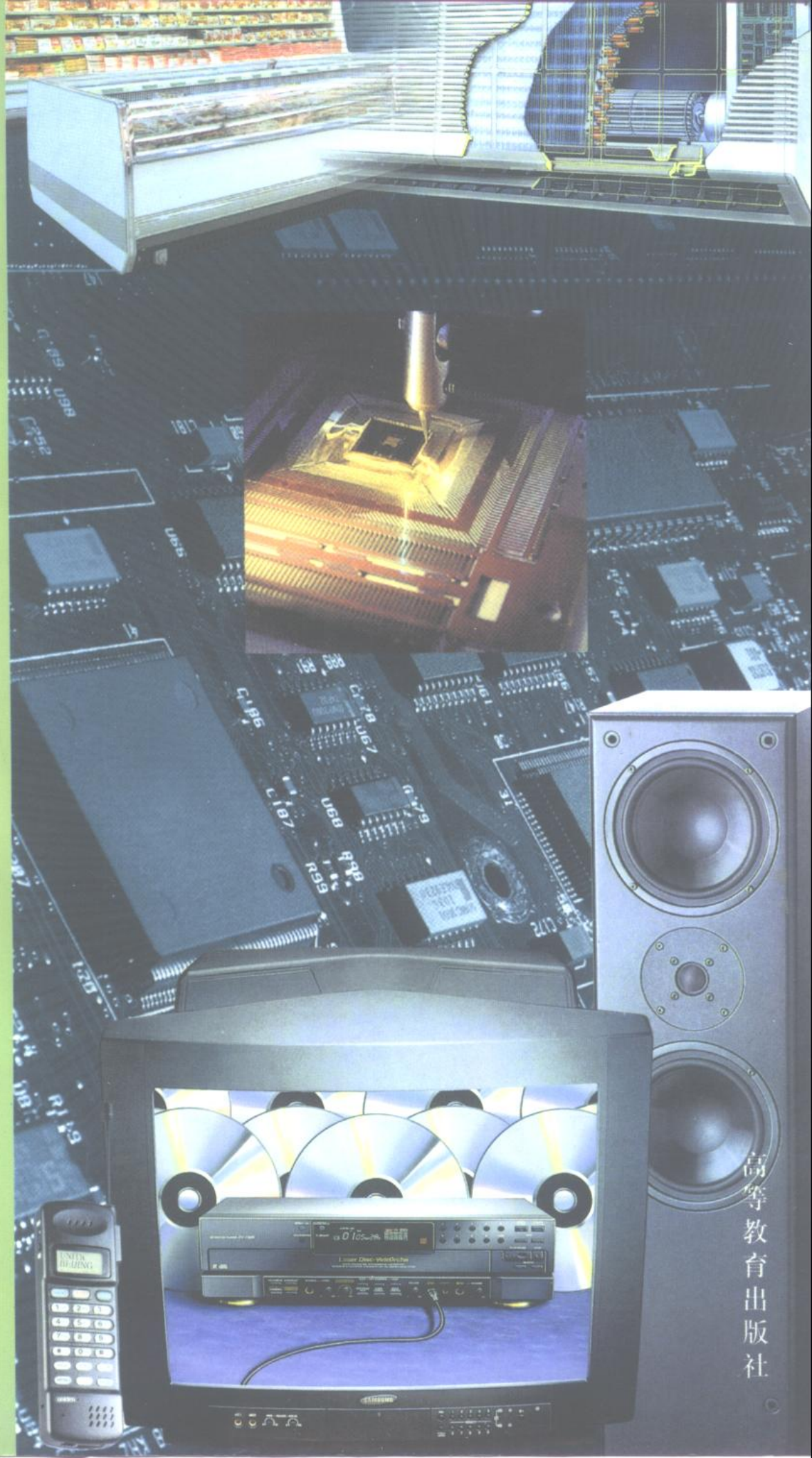


中等职业学校电子电器(通信)专业
(含岗位培训 行业中级技术工人等级考核)
陈德荣 主编

移动通信原理与应用



高等教育出版社

中等职业学校电子电器(通信)专业
(含岗位培训 行业中级技术工人等级考核)

移动通信原理与应用

陈德荣 主编

高等教育出版社

(京)112号

内 容 提 要

本书是中等职业学校电子电器(通信)专业教材。全书以移动通信系统组成为核心,以邮电部颁发的技术体制规范为依据,主要内容包括:移动通信发展概况及分类;模拟移动通信网、数字移动通信网和无线寻呼系统;无绳电话和专用电话网;移动通信网中的干扰与电波传播;无线收发信设备和寻呼机的指标及测试方法;无线收发信设备。本书也可作为职工岗位培训教材及自学用书。

图书在版编目(CIP)数据

移动通信原理与应用/陈德荣主编. —北京:高等教育出版社,1998.7

ISBN 7-04-006546-0

I. 移… II. 陈… III. 移动通信-专业学校-教材 IV. T
N929.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 02820 号

*

高等教育出版社出版

北京沙滩后街 55 号

邮政编码:100009 传真:64014048 电话:64054588

新华书店总店北京发行所发行

国防工业出版社印刷厂印刷

*

开本 787×1092 1/16 印张 18.75 字数 460 000

1998 年 6 月第 1 版 1998 年 6 月第 1 次印刷

印数 0 001—5 120

定价 16.10 元

凡购买高等教育出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页等
质量问题者,请与当地图书销售部门联系调换

版权所有,不得翻印

前 言

移动通信近年来得到了迅速发展,1996年底我国蜂窝状移动电话达到685万用户,无线寻呼用户突破4000万户,移动通信业的发展为人们的工作、生活带来了极大的方便;移动通信的快速发展,迫切需要大量的高级和中级人才,中等职业学校和行业岗位培训担负起培训这一领域中级技术人才的任务。由于移动通信的技术涉及面广,本书作为中等职业学校及岗位培训教材,以我国规模最大的现行公用网为主,重点介绍模拟移动电话网、数字移动电话网和无线寻呼;内容选材以邮电部颁发的技术体制规范为依据,结合实际,尽量做到通俗易懂,减少繁琐的数学推导,便于学员自学。

全书共分十章,重点是第二、三、四章。因受篇幅所限,关于移动通信设备方面的有关内容不作重点,读者可以参考有关的技术资料。全书总教学时数为84学时。课时分配参考表如下:

章 次	学 时	章 次	学 时
第一章	4	第六章	2
第二章	16	第七章	8
第三章	16	第八章	8
第四章	8	第九章	8
第五章	2	第十章	12

以上学时可根据学员程度与学校具体条件进行调整,但应保证二、三、四章有足够的教学时间。第十章的具体电路可根据需要,有侧重地讲解。

本书由北京邮电大学陈德荣教授主编,邮电部电信传输研究所李玉文高级工程师参加了编写。北京邮电大学庞沁华教授审阅了全书,提出很多具体意见和建议,在此深表感谢。

由于作者时间仓促、水平有限,书中不妥之处在所难免,望读者批评指正。

编者

1997年6月

目 录

第一章 概述	1	第六节 无线寻呼机	129
第一节 移动通信的发展概况	1	第七节 自动寻呼系统	133
第二节 移动通信的特点	6	第八节 专用寻呼系统	138
第三节 移动通信的分类	7	第九节 高速无线寻呼系统	140
第四节 移动通信无线设备的工作方式	9	第五章 公用无绳电话	149
第二章 模拟公用移动通信电话网	12	第一节 第一代无绳电话 CT-1	149
第一节 移动电话网的组成	12	第二节 第二代无绳电话 CT-2	150
第二节 移动通信网应具有的功能	13	第三节 第三代无绳电话	156
第三节 无线区域的组成方法	18	第六章 专用移动电话	157
第四节 蜂窝状移动通信网的频率复用	22	第一节 集群调度电话	157
第五节 模拟公用移动通信网的频率配置	27	第二节 无中心选址个人无线电话	161
第六节 多信道共用	31	第七章 干扰和噪声	167
第七节 模拟公用陆地移动电话网的结构	37	第一节 概述	167
第八节 模拟公用陆地移动电话网的无线信令	40	第二节 互调干扰	170
第九节 模拟公用陆地移动电话网的编号方式	53	第三节 发射机互调	178
第十节 移动电话局交换设备的基本进网要求	55	第四节 接收机互调	182
第十一节 无线设备的基本进网要求	57	第五节 邻道干扰	183
第三章 数字移动通信	61	第六节 同信道干扰	187
第一节 概述	61	第八章 移动通信的电波传播	191
第二节 网络结构	72	第一节 概述	191
第三节 编号	76	第二节 电波传播	192
第四节 路由及接续	80	第三节 陆地移动通信电波传播特性	202
第五节 频率配置	89	第四节 建筑物穿透衰减的预测	208
第六节 接口与信令	91	第五节 电波传播电路计算	208
第七节 数字无线接口	97	第九章 收发信机的指标和测试方法	215
第四章 无线寻呼	109	第一节 发射机的指标和测试方法	215
第一节 概述	109	第二节 接收机的指标和测试方法	220
第二节 无线寻呼基本技术	109	第三节 寻呼接收机的指标和测试方法	227
第三节 无线寻呼网的结构和系统组成	111	第十章 移动通信设备	237
第四节 无线寻呼系统使用频段	122	第一节 无线发信设备	237
第五节 无线寻呼网的技术要求	122	第二节 无线收信设备	257
		第三节 频率信号源	279
		第四节 无线收发信机控制电路	291

第一章 概 述

在现代社会生活中,随着经济的发展,人们的社会活动日益频繁。由于广泛地利用了通信工具,替代了出差、联系工作,既可大量节约能源,又可节约大量的旅途时间,提高了社会生产、流通领域各个环节的速度和效率,创造出更多更高的社会经济价值。特别是在经济发达的国家中,人们平均有 20% 的时间是处于运动状态之中,因此,移动通信的存在是举足轻重的,它将直接影响到国民经济的发展。

经过多年的开发,移动电话已经像电视机一样的深入到行业、家庭等各个领域当中,移动电话业已成为一个大规模生产的行业。由于移动电话的广泛应用,促进了移动通信网的发展。为了加快大范围包括地域、整个国家、甚至全球通信网的建成,以适应广大用户的需求,经常采用移动电话网与固定电话网(PSTN)二者有机结合的手段,形成一个较为理想、完善的现代通信网。估计在本世纪末,人们可利用袖珍型的移动电话在世界范围内不分时间、地点进行个人通信。

移动通信是在运动中完成用户之间的实时通信,为此必须采用无线电通信方式。而在有线传输和无线传输状态下,达到同样的传输质量时,对无线电传输设备的技术要求就严格得多。因为,无线传输一般都是处在各种恶劣的地形、地物及气候的条件下工作。移动通信的水平综合体现出一个国家的整个通信技术发展的水平。

移动通信涉及的范围是很广的,它是一种综合性的技术,如基站,移动台的收发信机设备,移动通信交换局的程控交换机,基站与移动交换局之间的联系采用的有线或无线链路等。近几年来,由于大规模集成电路、微处理器、射频单片硅和砷化镓集成电路、声表面波器件以及数字信号处理、程控交换技术的进步,促使移动通信设备更加小型化、智能化、功能更加多样化。

第一节 移动通信的发展概况

移动通信起始于本世纪初,在 1895 年发明了无线电之后,有关人士将莫尔斯电报用于船舶通信上,曾在 1912 年的一次海难中起到了通信的作用,使得 695 人获救生还。而后,1921 年美国底特律和密执安警察厅开始使用车载无线电台,其工作频段为 2MHz。于 1940 年期间又增加了 30~40MHz 之间的频段,将调幅方式改为调频方式,增加了通信信道。由于专用移动用户的增加,美国联邦通信委员会(FCC)又为其分配了 300~500MHz 之间的频段,供陆地无线电通信使用。

一、移动通信的发展历史

早期的移动通信指的是汽车电话系统。移动通信可分为三个阶段。

第一阶段从 40 年代中期到 60 年代中期,1940 年美国在圣路易斯城建立起世界上第一个公用汽车电话系统。以后,加拿大、荷兰、德国等国相继也组成了公用汽车电话系统,开通了汽车电话业务。但是,此期间的电话接续主要由话务员来完成,而且网络结构大都属于二级结构,其工作

频段在 150MHz 和 450MHz 频段上进行,东欧一些国家采用 330MHz 频段通信,信道间隔采用 50~100kHz。另外,采用大区制,可用的信道是很少的,设备采用电子管的,较笨重,有些系统还是采用人工转接方式。由于存在着应用不方便,信息不能受到保护,无线电频谱利用率又较低,所以发展较缓慢,例如法国巴黎地区的公用汽车电话网就是上述的那种情况,收效甚少,15 年之后用户也只有 500 个左右。

第二阶段从 60 年代中期至 70 年代中期,推出了自动交换式的三级结构网,使用频段如前,但是由于频率合成器的出现,信道间隔已缩小到 20~30kHz,信道数目大大增加,并采用了信道的自动选配和控制技术,众多用户可以共用无线信道,使得频谱利用率有较大的提高,方便了用户,增强了用户信息的保密性,这种较优的网络迅速普及。美国的“改进型移动电话系统”(IMTS),德国的 B 系统等都是在这时期出现的。但是,由于频率在世界上是极其珍贵的资源,因此,更充分提高频谱的利用率是全世界通信工作者的职责,同时由于用户的增加已无法满足需要,例如,美国自 70 年代中期以来,就是因为这种原因使许多用户的装机申请得不到满足。德国也是如此,从而不得不在用户密集的地区采取临时增加 37 对无线信道来应急。日本的这种系统,也是因为容量太小,在商业上收效太低,不适合在用户稠密的大型商业型的城市应用,因而,没有投向商用。

第三阶段是从 70 年代中期至 80 年代末,主要对频谱利用进行研究,在有限的信道上解决最多的用户量。为此提出了小区制大容量的观点,并做为研究课题进行研究实验。美国的 AMPS 系统采用 850MHz 频段上的三级网络结构,可容纳几十万用户。日本在东京等大城市中采用 900MHz 频段,将四级网络结构最早应用于商业上,每个网络最大容量约为 10 万个用户。瑞典等北欧四国的 NMT 系统采用 450MHz 频段的三级网络结构,每个网络可容纳 10 万个用户。德国的 C 系统也采纳三级网络结构,在用户较少时采用中区制,可容纳 6 万个用户,当用户增多时,逐步扩容采用小区制,可容纳 10 万以上的用户。在这些网络中,大多采用数字式程控交换机,用先进的程控交换技术来完善网络的各种功能。另外,因用户容量很大,采用了多达百条的无线电信道,在这种情况下,应用了多信道选配、位置登记、越区及越局切换、计费等新技术,以保证整个网络的灵活性和可靠性。

在 80 年代,世界各国的移动通信事业均以每年 15%~80% 的速度向前发展。1984 年整个世界小区制(蜂窝)移动通信系统的用户已达到 40 万户,其中,北美、日本、北欧四国、英、法、西德、前苏联、意大利等国,甚至科威特、阿拉伯酋长国等都已兴建了移动通信网。1990 年 5 月全世界的蜂窝移动电话的用户数已经超过 820 万户,遍布于世界各地 80 多个国家和地区。

80 年代至 90 年代初期,世界上基本上形成了几种典型的模拟蜂窝移动电话系统,其中有美国的 AMPS、英国的 TACS、日本的 MCMTS 和 HCMTS、北欧的 NMT-450、NMT-900、德国的 C-450 和 C-900 系统。

AMPS(Advanced Mobile Phone System)系统称为先进的移动电话系统。是美国贝尔实验室于 1969 年开始研究的,并于 1979 年在芝加哥城组网试用,1983 年投入商用,工作频段为 800MHz,频率间隔为 30kHz,基站发射功率为 45W。

TACS(Total Access Communications System)系统称为全向接入通信系统,是英国仿 AMPS 的一种系统。1982 年底开始研究,1985 年获得成功,于当年 10 月用户已达到 3.2 万个,工作频段在 900MHz 上,频道间隔为 25kHz,基站发射功率为 40W。

NMT(Nordic Mobile Telephone)系统称为北欧移动电话系统,由丹麦、芬兰、挪威、瑞典四国于1970年联合研制的,1981年成功地投入了商用,工作频段在450MHz上,频率间隔为25kHz,基站发射功率为25~50W。有180个双向信道,但是容量很快达到了饱和,于是1986年开发了NMT900系统,即工作频段在900MHz上,有1999个双向信道,频率间隔为12.5kHz。

NTT(Nippon Telegraph and Telephone Public Corporation)系统为日本电报电话公司开发的系统,1967年开始研究,1979年正式投入使用,工作频段在800~900MHz上,频率间隔为25kHz,基站发射功率为25W。

C网系统是由德国的西门子公司研制的,C-450系统于1976年开始研制,1983年底出样机,1985年9月1日系统开通。工作频段在450MHz上,频率间隔为20kHz,信道数为222个。于1983年,德国与法国联合研制出CD900系统(900MHz Cellular Mobile Digital System),该系统是新一代的宽带数字蜂窝移动电话系统,采用TDMA技术,可容纳200万个用户。

1986年统计结果:AMPS系统占世界市场比例最大,为56%。NMT占20%,TACS占14%,其他占10%。

在80年代初期,即1982年,欧洲邮电管理部门会议(CEPT)成立了通信特别小组GSM(Groupe Speciale Mobile)提出第二代蜂窝移动通信的研究工作,并于1986年提出八种不同的实验方案,在巴黎进行了现场实验和测试。1987年就GSM采用窄带时分多址(TDMA)、规则脉冲激励——长期预测编码(RPE-LTP)和高斯基带滤波最小移频键控调制方式(GMSK)取得了一致的意见,并确定了主要的参数。1988年由欧洲18个国家的邮电部门签署了一项谅解备忘录,并承诺将GSM规范付诸于实现。1989年由欧洲16个国家、美国和日本分别向CCIR(国际无线电咨询委员会)第八研究组提交了数字蜂窝公众陆地移动通信(HCPLMTS)的研究报告文稿。1989年,GSM系统认证实验开始,其内容包括:无线接口、有线接口、通信规约、基站与移动交换中心之间接口、漫游模拟等实验。1990年GSM系统名称内容改为“Global System For Mobile Communication(全球移动通信系统)并试运行,1991年开始用于商业。1992年,北美的数字移动通信(DAMPS)开始商用,同时日本的PDC数字移动通信系统也开始商用。从1993年开始,GSM系统已覆盖了澳大利亚、奥地利、比利时、丹麦、芬兰、荷兰、瑞典、瑞士、英国、法国、德国、香港、希腊、爱尔兰、意大利、卢森堡、新西兰、挪威、葡萄牙、巴基斯坦、西班牙、喀麦隆、塞浦路斯、卡塔尔、新加坡、土耳其、阿拉伯联合酋长国、沙特阿拉伯、中国等国家和地区。已赢得世界范围的认同的GSM系统,它将比美国和日本数字蜂窝系统更有希望成为世界性的蜂窝移动电话系统下一代的技术标准。据1994年7月底统计结果,全世界GSM用户已超过300万,年底达到400万户,分布在20亿人口的59个国家之中,用户年增长率,以70%的速度迅速增加。2000年将占世界总量的60%以上的用户。

与GSM系统几乎同时诞生的一项移动通信新成果,即美国的CDMA(Code Division Multiple Access)码分多址方式,与GSM相比具有许多优点,如每个信道所容纳的用户比GSM多,大大提高了频谱的利用率,抗干扰能力也增强,对设备指标的要求相对要低,降低了设备的难度,可降低设备的成本,容易占有市场,采用软切换的方式大大提高了话音传输质量等,优势较大。

90年代中期以来,包括数字、模拟移动电话在内的移动通信已遍布全世界140多个国家和地区,1996年6月1日移动电话用户突破1亿大关,预测到2000年用户数可超过2.5亿,2010年世界上移动用户数量将达到13亿。与同期固定电话预测数字14亿相接近。

目前,模拟移动通信技术已是十分成熟的技术,GSM 数字移动通信技术也已日趋成熟,CD-MA 将商用化。以数字化为基础的第二代 PCN,PCS,DECT 和第三代的 FPLMTS(公众陆地移动通信系统)等个人通信技术将在未来的 10 年内有很大的发展。

二、我国移动通信发展概况

我国移动通信事业起步于军事移动通信即战术通信。它经历了电子管、晶体管和集成电路三个时代。而我国民用移动通信起步较晚,随着国家执行对外开放,对内搞活经济的政策以来,促进了移动通信事业的高速发展。下面按移动电话的各类业务,介绍移动通信在几个领域中的发展概况。

1. 蜂窝式移动电话

我国蜂窝移动电话网 1986 年开始组建,邮电部于 1987 年引进了美国 Motorola 公司、瑞典 Ericsson 公司的 900MHz TACS 体制系统。自北京、秦皇岛、上海、广州、珠江三角洲相继组建模拟移动电话网以来,年增长率一直超过 100%。1988 年用户只有 3000 户,1991 年增至 4.71 万户,1992 年 17.7 万户。到 1993 年底全国 400 多个城市已开通了移动通信业务,用户有 63.8 万,1994 年底用户数达 157 万。

1995 年以前,我国主要发展 900MHz TACS 模拟蜂窝移动电话。至今模拟移动电话仍在继续发展,至 96 年底,已建交换机总容量达到 911 万户,已建基站 5671 个,信道 24.6 万个。96 年新增加用户 174 万户,已达到 521 万户,实现了 A,B 两大系统内及系统间的全国联网和自动漫游,覆盖全国 29 个省(区,市)266 个地市和 1440 个县。

为了提高移动电话服务水平,增强竞争能力,满足市场需求,邮电部电信总局将 21 个采用 Motorola 系统的省市和 15 个采用 Ericsson 系统的省市的模拟系统,实现自动漫游,96 年 1 月 1 日模拟蜂窝移动电话全国联网开始投入试运行。

数字移动电话网的建设,起步于 1994 年 9 月。广东省率先建成特区及珠江三角洲数字移动电话网,初期容量为 5 万户,10 月份试运营。在广州、深圳、珠海、惠州四个城市分别设置移动电话交换局,共 41 个基站,205 个载频,可覆盖经济特区及珠江三角洲 18 个市、县。汕头市移动电话网也于 10 月底开始运营。

我国 1995 年决定大力发展 GSM 数字移动电话,1996 年获得了超常规的发展,到年底交换机总容量达到 521 万户,基站 4780 个,信道 15.2 万个,用户数从 95 年底的 15 万户迅猛发展到 164 万户。现在 GSM 数字网已覆盖全国 28 个省(区,市),253 个地市和 1173 个县,不仅实现了全国联网漫游,还开通了与部分国家及港澳地区的自动漫游业务。中国电信与新加坡、澳门、芬兰、德国签定了 GSM 国际漫游协议。到 2000 年我国移动电话网将覆盖 90%以上的东、中部地区县级城市和 50%以上的西部地区县级城市。

预计到 2000 年 GSM 在我国的用户将会大大超过原计划的 1800 万的目标。届时移动电话的普及率为每百人拥有 2.3 部,占电话总数的 20%左右(但仍然低于发达国家目前的水平)。

移动电话以个人为服务对象,在中国的市场潜力很大,目前全国百人拥有量仅为 0.7 部。随着技术进步和新制式、新频段的开发,价格将进一步降低,功能将进一步增强,使用将更为方便。因此我国移动电话将继续高速发展。

2. 无线电寻呼

无线电寻呼系统是移动通信公用业务的一个非常重要的组成部分,由于寻呼机本身是一个专用寻人的小型无线电接收机,单向的,不能回传,因此,它的使用大部分是离不开无线或有线电话网的,也可以说它是有线和无线电话网络呼叫的一个延伸。

我国无线电寻呼业务于 1984 年起步于广州、上海,1985 年仅有 13 个城市使用,用户数有 10800 个,到了 1990 年 10 月就有 244 个城市和地区组建了无线电寻呼网,用户达到 40.2 万户,1991 年有 87.3 万户,1992 年 10 月全国有 500 多个城市 and 地区,用户达 187 万户,1993 年 2 月用户增长到 260 万户,1993 年 4 月份一个月的时间净增 102 万户,1993 年底用户为 561.4 万户,开通的城市有 1075 个,1994 年底突破一千万达到 1027 万户,1996 年年底 4000 万户。以北京为例,1996 年突破 150 万户,共有大小寻呼台 100 多个。寻呼台过多不是一件好事,多台用户量必然少,频率资源利用率很低,造成频点的浪费,另外杂散发射太多太大造成频率污染和不必要的干扰。因此,应对寻呼台加强管理,合理配置频率资源,提高寻呼服务质量是当前急待解决的问题。

当前,无线电寻呼业务发展的新趋向:

(1) 增加新业务。例如增加交通新闻、财经消息、外币调剂价格、股市动态、天气预报、车船时刻、农贸市场行情、期货市场交易行情等。

(2) 文字显示型寻呼机。开发多种文字的寻呼机代替数字机,如中文、英文、日文和德文等文字显示寻呼机。

(3) 语音寻呼机。新开发的语音寻呼技术与十几年前使用的有本质的不同,它是由寻呼台通过自动设备将语音信号自动的转换为数字信号,然后再以无线电波方式发送出去,语音寻呼机接收到信号后,将其还原成为语音信号,并发出提示音,提醒用户收听。用户得到提醒后,可以立即收听信息,也可以暂时不听,让信息存贮在芯片上,语音的容量可以允许在 15s 到 1min 的时间之内,单机体积和售价均不会超过数字寻呼机。另外,由于传递信息受所传递的语种文字的限制,字显寻呼机不能在世界范围内通用;而语言寻呼机是通过语音转换方式进行传递的,所以它具有全球的通用性。当然为了保密寻呼人还可以用方言,甚至用暗语来传递信息。

(4) 寻呼机小型化。为了便于用户携带,减轻负荷,目标是体积应越做越小,重量越来越轻,如手表型的,信用卡型的,计算器型的等等。这些薄如卡片的寻呼机可以放在衬衫的口袋里,使用起来十分轻便。

(5) 实现联网。完成省内联网,跨域寻呼。建立全球寻呼网,利用各种联网技术手段(如卫星中转系统),可以提供不同层次的服务,包括区域,国内外的各种服务业务。

(6) 大容量寻呼体制的开发。欧洲电信标准化协会(ETSI)于 80 年代中期开始泛欧数字寻呼系统标准化(制定工作于 1991 年下半年完成,该系统取名为 ERMES(European Radio Messaging System)。它采用新型的高速传输 ERMES 码,可获得更大的地址码容量,采用 4 电平调制方式。

Motorola 公司推出高速寻呼 FLEX 协议寻呼编码,码速率可以在 1600bit/s、3200bit/s、6400bit/s 上运行,或是这三种速率的任意混用,FLEX 可以与任意速率的 ERMES 码、GOLAY 码、POCSAG 码兼容。在 1200bit/s 的 POCSAG 码或其他低速度的协议上可以很容易地转变到 FLEX 的最小速率上。FLEX 最多可提供 200 万本地地址和 10 亿全国性的地址,每个寻呼信道可容纳 20 万以上的用户容量。

FLEX 码是一种分时传送的全同步寻呼编码。分时传送是指寻呼系统定时地在一定时间

隔内,向地址码属于该帧的寻呼机发送信息,全同步是指所有 FLEX 的寻呼机的时间基准与寻呼系统保持一致,并在规定的帧内接收,其他时间保持休眠状态。因此,使寻呼机的电池寿命大大延长,电池寿命比 1200bit/s 的 POCSAG 编码方式节电可达 5~10 倍。

北京电信管理局与 Motorola 签订合同,购置 C-NET 网络控制中心及 NUCLEVS 型发射机和 2000 型寻呼终端。这将是第一个采用 FLEX 寻呼设备的单位。

3. 集群调度移动电话

集群调度移动电话是专用移动电话网的重要组成部分,目前国内以美国 Motorola、日本有利电(Uniden)、美国 E. F. Johnson 三家公司的 800MHz 集群系统占领了我国的市场。1993 年底,全国已有 20 多个省、市、自治区引进集群通信系统,用户已达到 20 多万户。

几年前,国内有些单位纷纷组建集群网,把集群系统用于公用移动电话业务。由于集群系统在功能、网络结构、操作方式等方面与蜂窝移动电话有很大的差别。因此,给用户带来许多不便。例如,集群系统的用户是以单工方式为主,因为调度功能采用单工方式已完全够用了,而且这样才能发挥集群系统频率利用率高的优点。如果它作为双工的公网移动电话使用,则用户必然使用双工台,以打电话为主,结果使信道利用率大大降低,呼叫市话网的呼通率低,势必给用户带来很大的不便。

4. 公用无绳电话

全数字式的 CT-2 系统属于公用无绳电话系统。该系统可以安装在公共场所,或者家庭、办公室内。基站可按使用场所分为公用场所的,家庭的和办公室的三种类型。家庭用的基站,手机可实现双向呼叫,办公室用的基站可以通过交换机实现双向呼叫,公用场所的基站有 2~6 条信道与市话网互联,通过本地集中器,地区控制中心再集中到管理中心。它不能实现双向呼叫,只能单向呼入市话网,不能实现手机的被叫。

CT-2 手机的尺寸很小,重量比较轻,耗电低,采用折叠式的结构,便于携带。由于系统采用全数字化的先进技术,因此,具有通话音质清晰,抗干扰能力强等优点。手机不占市内电话号码,家庭用、办公室用的基站与管理中心不建立联系。目前,公用基站不能使用户作为被叫,是因为 CT-2 的组网方式是加在现在的公用电话网上,这种组网方式对本地电话不要求有任何改动,基站可以就近接入市话网,如果实现双向呼叫网络,则要求网络管理系统要设置一个很大的数据库,用来对 CT-2 手机位置登记。基站与网管系统,以及网管系统内部,要有相应的专线或实时的数据信道,以便实时完成对手机的寻址或位置登记工作。如手机数量成千上万,应有较大的容量。所以,在这种情况下,以牺牲手机的被叫功能,换取了系统简单,价格低廉,组网容易等优点。现有的 CT-2 的手机没有越区转换功能。每个基站的覆盖半径在 200~300m 范围,则手机只适用于步行。这样,人口密集、市话中继线又比较充足是采用 CT-2 的必要条件。由于 CT-2 的功能局限,不适合国内目前的发展需要。

第二节 移动通信的特点

无线电移动通信可以应用于任何条件下,一般用在有线不可及的情况(如架线、埋电缆不可能的情况),形成了它的许多特点。

1. 移动通信具有有线无线相结合的通信方式。移动台由用户直接操作,因此,对移动台必须

提出体积要小、重量要轻、操作使用要简便安全,另外,其成本要低。

2. 电波传播有严重的衰落现象。由于电波受到城市高大建筑物的阻挡等原因,移动台接收到的是多径信号,即同一信号通过各种途径到达接收天线。这种信号的幅度和相位都是随机的,其幅度是瑞利^①(Rayleigh)分布的,相位在 $0\sim 2\pi$ 范围内均匀分布。因此,当出现严重的衰落现象时,移动台又处于高速运动中,则更加快了衰落现象。其衰落深度可达30dB左右。此时,就要求移动台要具有良好的抗衰落的技术指标。

3. 远近效应。移动通信是在运动过程中进行通信的,大量的移动台之间会出现近处移动台干扰远距离移动台的通信的现象。因此一般都要求移动台的发射功率具有自动调整的能力。同时移动台也应具有当通信距离迅速改变时其接收机有自动增益控制的能力。

4. 经常处于强干扰条件下工作。移动台通信环境变化是很大的,经常处于强干扰区进行通信,例如,在移动台附近的发射机也可能对正在通信的移动台形成了强干扰。又如汽车在公路上行驶,本车和其他车辆的噪声所形成的干扰也相当严重,因此,要求移动通信具备很强的抗干扰的能力。

5. 阴影区(盲区)。当移动台进入某些特定区域时,因电波被吸收或被反射而接收不到信息,此区称为盲区。

6. 多普勒效应^②。当频率增高,移动速度加快时,多普勒效应很明显。

第三节 移动通信的分类

一、按设备的使用环境分类

主要有三种类型:陆地移动通信、海上移动通信、航空移动通信。作为特殊使用环境,还有地下隧道矿井、水下潜艇和太空航天等移动通信。

二、按服务对象分类

有公用移动通信和专用移动通信。公用移动通信是目前我国由中国电信,中国联合通信公司经营的移动电话业务。由于它是面向社会各阶层人士的,所以称为公用网。专用移动通信是为了保证某些特殊部门的通信所建立的通信系统,由于各个部门的性质和环境有很大区别,因而各个部门使用的移动通信网的技术要求有很大差异。例如:公共安全方面有:公安、消防、急救、森林保护、银行运钞车的保安等。应急通信方面有:地震、防汛等。交通运输方面有:铁路、公路、汽车调度、交通管理、机场调度、海上及内河航运等。

三、移动通信设备分类

1. 蜂窝状移动电话系统

^① 请见第八章的有关内容。

^② 多普勒效应是指:当波源与观察者有相对运动时,观察者接收到的波的频率和波源发出的频率不同的现象。两者互相接近时,观察者接收到的频率升高,互相远离时,频率降低。

蜂窝状移动电话是移动通信的主体,它是具有全球性的用户容量的最大的移动电话网。蜂窝状移动电话系统是本书的重点。

2. 专用调度电话

专用调度电话可以是单信道的,也可以是多信道的自动拨号移动电话系统。

3. 集群调度移动电话

它可将各个部门所需的调度业务进行统一规划建设,集中管理,每个部门都可建立自己的调度中心台。它的特点是共享频率资源,共享通信设施,共享通信业务,共同分担费用。是一种专用调度系统的高级发展阶段,具有高效、廉价的自动拨号系统,是共性与独立性共同存在的一种较好的结合。系统可由公益法人机构统一管理经营。它的频率利用率高。

4. 无中心个人无线电话系统

它没有中心控制设备,这是与蜂窝网和集群网的主要区别。它将中心集中控制转化为电台分散控制。由于不设置中心控制,则可以节约建网投资,并且频率利用率最高。系统采用数字选呼方式。采用共用信道传送信令,接续速度快。由于系统没有蜂窝移动通信系统和集群系统那样复杂,建网简易,投资低,性能价格比最高,它适用于个人业务交谈和小企业的单区组网的分散小系统。

5. 公用无绳电话系统

公用无绳电话与家庭用的无绳电话的区别是公共场所使用的无绳电话系统,例如,商场、机场、火车站等。通过无绳电话的手机可以呼入市话网,也可以实现双向呼叫。它的特点是不适用于乘车使用,只适用于步行。

6. 移动卫星通信系统

未来 21 世纪通信的最大特点是卫星通信终端手持化,个人通信实现全球化。所谓个人通信,是移动通信的进一步发展,是面向个人的通信,其实质是任何人在任何时间,任何地点可与其他任何人实现任何方式的通信。只有利用卫星通信覆盖全球的特点,通过卫星通信系统与地面移动通信系统的结合,才能实现名符其实的全球个人通信。近年来移动卫星通信系统发展最快的为低轨道(LEO)的铱(Iridium)和全球星(Globastar)系统,中轨道(MEO)的国际移动通信卫星 Inmarsat-P21(ICO)和奥德赛(Odyssey)系统。

移动卫星业务将有以下几个方面。

- (1) 移动电话业务:把陆地上与船舶上或飞机上用的公用电话交换网互联。
- (2) 移动数据业务:将实现移动终端双向数据通信。
- (3) 移动终端可搬移的业务:在人口稀少地区的固定位置上使用可搬移的终端。
- (4) 寻呼业务:在无干扰的条件下实现全球寻呼。

7. 移动数据通信

移动数据业务包括电子信箱,传真,信息广播,局域网接入和无线环境下特有的业务,如计算机辅助调度,自动车辆定位,远程数据库接入等。移动数据通信应用分为:事务处理应用、交互式应用和广播应用。

事务处理应用通常由两个信息组成,也可进行多次信息交换,如信用卡认证,出租车调度,电子邮件通知等。

交互式应用需要在移动工作站和提供业务的计算机之间进行多次信息交换,这些应用包括

终端接入主机,数据库接入以及远程局域网接入;广播应用包括一般的信息服务、天气预报、交通报告及广告。

目前移动数据通信网主要有三种:

- (1) 蜂窝分组数据网络;
- (2) 电路交换的蜂窝数据网;
- (3) 数字蜂窝分组数据网;数字蜂窝分组数据网的通信性能优于电路交换数据网,而成本和覆盖范围优于分组数据网。

第四节 移动通信无线设备的工作方式

无线电通信工作方式有以下几种。

(1) 单向通信方式。这是最简单的一种工作方式,也是最原始的通信方式,即两个移动电台,一个作发射台,一个作接收台。通常用作传达指令、指挥调度工作。另外,也可以移动台为一方,另一方可用固定台(称为基站)形成的这种通信工作方式。

(2) 双向通信方式。这种方式通信双方可以互相对话,即固定台(基站)或移动台与移动台之间互作发射台或接收台进行通信,如常见的对讲机。

(3) 中继通信方式。当两用户相距较远时,或受地形影响,如建筑物、高山等,可以通过中继转发即中继方式,以扩大移动通信的服务范围。

按频率不同的无线通信方式有以下几种。

(1) 单频单工方式。一部收发信电台只采用一个频率,如作发射台就不能作接收台用,反之亦然,故称为单频单工方式。在电台上装一个按讲(PTT)开关,当讲话时按下即可。此时电台处在发射状态,而对方不按其 PTT,是处在接收状态,这样就完成了全部通信工作。同样,对方采用相同的方法,即可完成全部通信工作。如图 1-1(a)所示。

(2) 异频单工方式。一部收发信电台采用两个频率,一个频率用于发射,一个频率用于接收,两个频率之间具有一定的频率间隔。考虑到降低设备的成本,在电台上也装了 PTT,即按下 PTT 时,是处在发射状态,可以以发射频率发射信息。不按 PTT 是处在接收状态,是以接收频率接收信息。

如果基站一方采用双工器的全双工电台,而移动台一方采用异频单工方式工作系统的,通常称为半双工方式。如图 1-1(b)所示。

(3) 双频双工方式。双频双工电台可同时完成发射和接收信号,如同打市内电话。这种电台通常使用一副天线,在天线与收发信电台之间插入一个天线共用器(双工器)以实现共用一副天线的目的。天线共用器的作用是将发射信号与接收信号加以隔离,使发射电台输出的功率通过天线共用器送至天线发射出去;同时,该天线接收到对方发射的信号经过天线共用器传送到接收电台,故称为双频双工方式。如图 1-1(c)所示。

(4) 中继转发方式。有两种,一种是利用低频话音信号进行中继转发,即将接收来的射频信号进行检波形成低频话音信号再传送至发射机,进行调制后再发射出去。这样,可以扩大通信距离。这种方式的设备适合对话音质量要求不太高,成本要求低的用户使用。另一种方式是利用中频转发,这种方式的设备话音质量没有损失,因此,话音质量高,如图 1-1(e)所示。

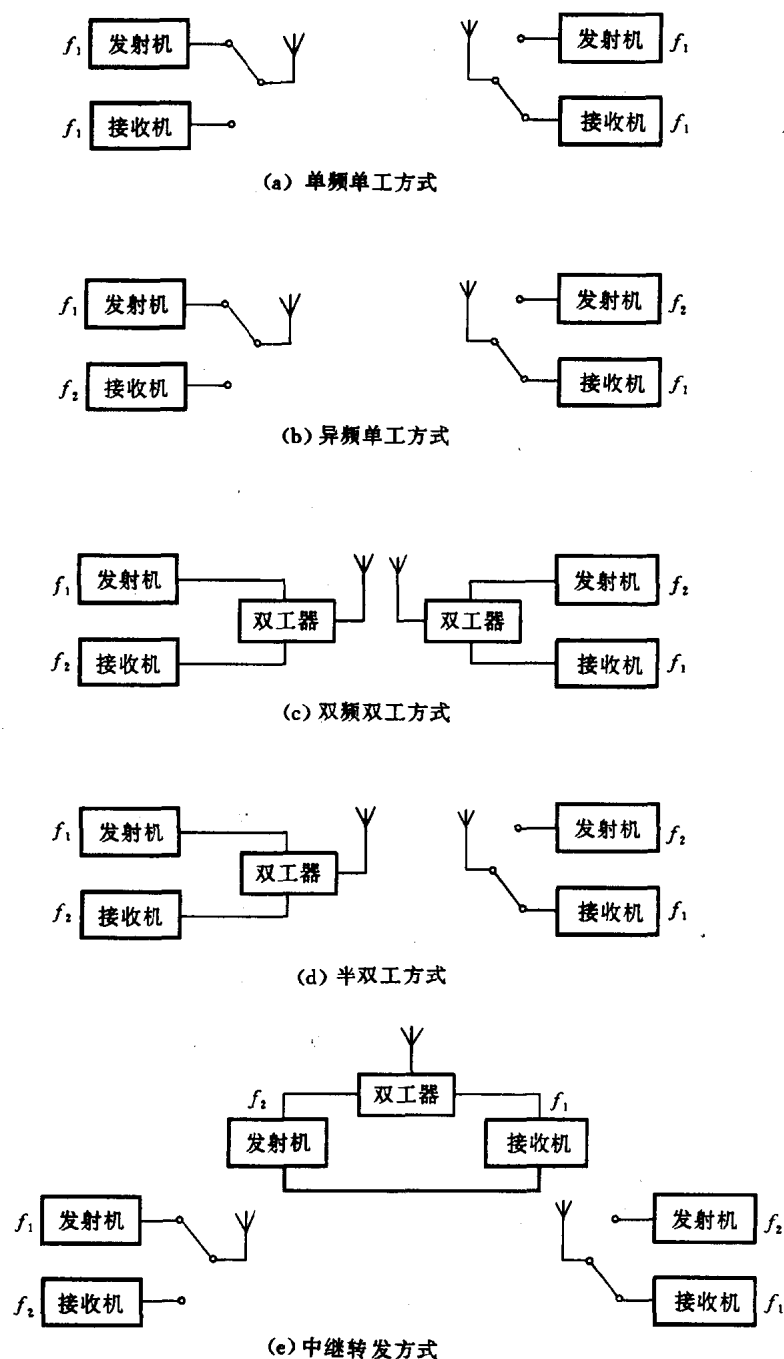


图 1-1 移动通信设备的工作方式

图 1-1 中绘出的中继转发方式,是只适用于异频单工手机或车台的系统。它使用一个双频信道完成中继转发。如果是双频双工手机或车台的系统,中继转发方式的信道数应是二对双频信道。

思考题和练习题

1. 什么是移动通信? 它在人们生活中的作用?

2. 我国模拟公用移动电话网采用什么体制？数字移动电话网采用什么体制？
3. 移动通信的特点有哪些？
4. 移动通信设备有哪些主要设备？
5. 移动无线设备的工作方式有哪几种？

第二章 模拟公用移动通信电话网

第一节 移动电话网的组成

移动电话网的结构。可根据服务覆盖区的划分分成大、中、小区三种制式。大区制(如图 2-1 所示)设备较简单,技术也容易实现,但频谱利用率低,用户容量也较小。为了提高频谱利用率和增大容量,可以把一个服务区分成几个中区,每个中区设立一个基站,其发射功率可以减小,覆盖半径减为 10~20km,如图 2-2 所示。中区制基站的发射功率较小,所以在同一服务区内相隔一定距离的一基站可使用相同的工作频率,所以比起大区制,它的频谱利用率较高,而用户容量也较大。近十年来,由于无线电通信的迅速发展,无线电频谱资源日趋紧张,为了更有效地提高频谱的利用率和用户容量的扩大,出现了小区制系统。小区制是在一个服务区划分为覆盖半径只有 2~10km 的若干小区,每个小区设有一个基站,发射功率也在 30W 以下。这样每个小区相隔一段距离,使用频率可以相同,达到了频率复用的目的,提高了频谱利用率,并使用户量大大增加。

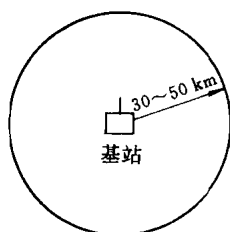


图 2-1 大区制结构示意图

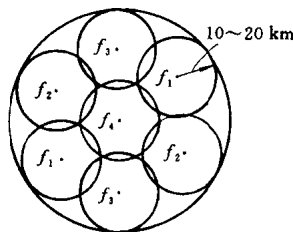


图 2-2 中区制结构示意图

移动电话网的组成目前有二、三及四级网三种。二级网结构是由基站、控制终端及移动台组成。如图 2-3 所示。基站将有数个信道的收发信机,控制终端不具有电话交换功能,控制终端设备具有从几个无线频道中自动选择一个空闲信道并建立起通话信道的功能。这种控制终端一般通过用户线与市话网连接,网内用户通话是自动接续。通常二级网路结构都采用大区制网结构。这种网的结构具有投资少、建设周期短、见效快、维护简单等优点,但是频谱利用率低、用户容量少。

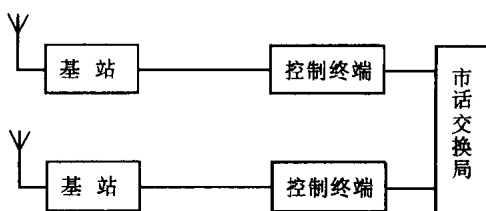


图 2-3 二级网路结构

三级网路结构是由移动电话交换局,基站和移动台三级组成。移动电话交换局单独设置,成为电话市话网的端局。三级网路结构又分集中交换和分散交换两种结构。图 2-4 示出了分散交换式网路(单局单站制),每个基站通过一个小容量的移动电话局与市话网接续,同时各移动电话交换局之间也可以自动交换接续。这种结构基站与交换局规模都较小,设备较简单,用户容量也较小(一般不超过 1 万个用户),易于安装,接口方便,交换局可作为市话局的一个小交换分局接入