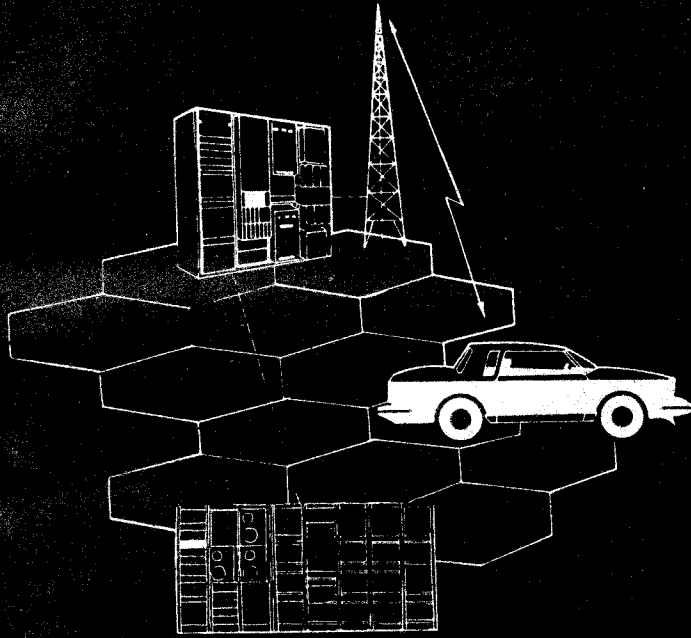


电信技术 普及丛书



移动通信

张以进 编著 人民邮电出版社

内 容 简 介

本书着重讨论了移动通信的基础技术，并分章介绍了汽车电话、无线电调度、无线电寻呼和无绳电话等移动通信业务的特点、性能。适合于有一定电信基础知识的读者阅读，也可供工程技术人员参考。

电信技术普及丛书

移 动 通 信

张以进 编著

责任编辑 李小曼

人民邮电出版社出版

北京东长安街27号

北京兴华印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

开本：787×1092 1/32 1988年 9 月 第一版
印张：8 16/32 页数：136 1988年 9 月北京第1次印刷
字数：192千字 印数：1—3 000 册

ISBN7-115-03638-1/TN·080

定价：2.85元

前 言

移动通信是一项很有发展前途的通信业务，人们常常用“不受时间和空间的限制、随时随地都能交换信息。”作为通信发展的一个理想境界。应该肯定地说，只有发展移动通信才可能达到这个境界。随着人类社会对信息的需求—特别是对信息的及时性的要求越来越高，移动通信就越来越受到重视。国外移动通信的发展进程已证明了这一规律，而我国移动通信的发展也必然将符合这个规律。因此，我们可以满怀信心地说，我国的移动通信事业，随着国民经济建设的进展，也必将有大的发展。这就又要求有更多的人了解移动通信，甚至参加到移动通信的研究、生产、建设和使用的队伍中来。

在这本小册子的章节安排上，是先讨论一些移动通信基本技术问题，然后按照业务的性质逐一介绍具体的系统，但读者也可以先从后面几章看起，有了一些感性认识后再来探讨有关技术，这样也许更适合于初学者的认识过程。

本书没有具体介绍移动通信的设备电路，但却给出了一些系统计算和设计中所需要的曲线图表，这是因为国内已有一些专门的出版物为读者提供了丰富的电路知识，而系统设计的资料却还很缺乏。

作者在编写本书时，力图做到深入浅出，尽可能用通俗的语言来说明问题，并且力图把一些新的研究成果列入本书，使读者能够了解这个技术领域的进展。

由于移动通信毕竟还是通信的一个新分支，许多技术问题还不十分成熟，有些问题在国内外都还有些争议，在这本以普及新知识为目的的小册子里，作者希望能回避这些具体的争议，而尽量把一些比较成熟的结论介绍给读者，但是在学术争议中，每个作者总会有一定的倾向性，而这种倾向性在本书中难免要流露出来，同时也难免有叙述不准确之处，希望得到读者的指正。

作者

一九八六年十二月三十一日

于邮电科学研究院

出版者的话

为了普及电信技术知识，特别是电信新技术知识，为我国的通信现代化服务，我们组织编写了一套“电信技术普及丛书”，陆续出版。这套丛书的主要读者对象是具有中学文化水平、有一些电信基本知识的工人、管理干部和初级技术人员。在编写中，力求做到内容正确，概念清楚，深入浅出，通俗易懂；使读者读过一书后，能对某种技术的基本原理和主要情况有一个概括的了解，作为进一步学习的入门向导。我们殷切希望广大读者对这套丛书提出意见和建议，帮助我们做好这一工作。

目 录

前言

第一章 一种新的通信业务	(1)
第一节 从一件往事谈起.....	(1)
第二节 移动通信的分类.....	(5)
第三节 历史和现状.....	(17)
第四节 现代科学技术的结晶.....	(26)
第二章 电波传播	(28)
第一节 移动通信用的频段.....	(28)
第二节 电波传播特性的分析.....	(38)
第三节 电波传播特性的计算.....	(53)
附 录 场强与接收功率的关系.....	(76)
第三章 信道安排	(79)
第一节 无线电信道.....	(79)
第二节 用户和信道的数量.....	(82)
第三节 信道的地域复用.....	(89)
第四节 多信道共用方式.....	(92)
第五节 信道占有的频带宽度.....	(96)
第六节 节约频率资源的措施.....	(100)
第七节 信道安排实例.....	(102)

第四章 干扰	(107)
第一节 干扰的来源.....	(107)
第二节 干扰是怎样进入的.....	(111)
第三节 信号和干扰的定量关系.....	(113)
第四节 解决干扰问题的措施.....	(116)
第五章 调制方式	(119)
第一节 模拟制信号.....	(119)
第二节 模拟制信号的调制.....	(124)
第三节 数字制信号.....	(137)
第四节 数字制信号的调制.....	(141)
第六章 移动通信网	(149)
第一节 组网与进网.....	(149)
第二节 移动通信网的分类.....	(152)
第三节 网的质量要求.....	(156)
第四节 进网级别.....	(160)
第五节 移动通信网用户的编号.....	(167)
第七章 信令	(169)
第一节 一般介绍.....	(169)
第二节 模拟制信令的两例.....	(174)
第三节 数字制信令的特点.....	(180)
第四节 两次调制的低中速数字制信令.....	(187)
第五节 高速数字信令.....	(192)

第八章 无线电调度	(194)
第一节 几台步谈机组成一个“网”	(194)
第二节 典型的无线电调度系统.....	(197)
第三节 大容量公众无线电调度网.....	(201)
第四节 无线电调度通信的发展特点.....	(204)
第九章 无线电寻呼	(207)
第一节 历史和发展特点.....	(207)
第二节 寻呼接收机.....	(210)
第三节 寻呼系统的信令.....	(213)
第四节 公众寻呼通信网.....	(219)
第五节 专用寻呼通信网.....	(223)
第六节 和其它通信网的兼容.....	(226)
第七节 未来的寻呼通信.....	(228)
附 录 有关无线电寻呼通信的一些参考数据...	(229)
第十章 汽车电话	(231)
第一节 汽车电话的特殊问题和某些特殊措施...	(232)
第二节 单局单站制汽车电话网.....	(238)
第三节 单局多站制汽车电话网.....	(241)
第四节 多局多站制汽车电话网.....	(245)
第五节 我国的汽车电话事业.....	(250)
第十一章 无绳电话	(252)
第十二章 移动通信的发展趋势	(257)

第一章 一种新的通信业务

第一节 从一件往事谈起

一九八一年初的一个清晨，笔者曾陪同几位同志到北京郊区去参加一项活动。当汽车驶近温榆河大桥时，同车的一位老同志忽然想起他办公室桌上还有一份紧急的公文必须在当天打印发出，而他事先忘记向秘书交代了。这件事使得全车的人都处于进退两难的境地，继续前进吧，这件公文势必被耽误了，返回城区吧，上午的活动就没有办法参加了。有人也提出来设法打个电话给秘书，但是地处郊区，上那儿去找电话呢？最后还是司机同志想出个办法，他把车开进首都机场，在候机室的公用电话亭给秘书的宿舍拨了电话，而不巧的是这位秘书每天上班前有长跑锻炼的习惯，电话铃响了半天也没有人接，无奈只能在机场等了几十分钟才把事情办妥。当我们赶到目的地时，参加活动的群众已在寒风中等待了一个小时了，此时那位老同志内疚的神态，真是难以形容的呢！

下午返京的路上，那位老同志独自倚在车座上沉默不语，好久好久才轻轻地问我：“你是搞通信的，有没有可能在汽车上也安装一部电话呢？”

“能！”

这一问一答引起了全车人的兴趣，有位年青人抢着说：

“装一台报话机就行了，就像电影里经常看到的那样。”说着他就模仿某一部电影中演员的表情：“长江，长江，我是黄河，我是黄河，听见没有？请回答。……”

其他同志也七嘴八舌地议论说：

“最好也像打电话那样一拨就通”。

“给秘书也装一个，他要出去长跑，就背在身上，免得我们在机场里等待他回宿舍”。

“每人都发一个，就不必要传呼站的老太太来回走动了。”

“我住在楼上，叫一次传呼电话要爬六层楼梯，有一次王大妈来叫传呼，爬楼梯累得够呛，我真过意不去。……”

那位老同志不理睬这些议论，始终把他的两只眼睛看着我，我只好把自己知道的关于移动通信的知识简单地介绍给他们。例如，关于汽车电话的工作原理和发展过程；关于我们国家研制移动通信的情况；关于无线电寻呼的使用方法等等。没有想到这样一场即席发言居然起了一点推动作用，时隔一个月，这位老同志就邀请我到他们单位去专门谈了一次，还要求为他们建设移动通信系统“当个参谋。”现在，他们单位的汽车电话系统已经进入装机试通的阶段，可能在读者读到这本小册子的时候，那位老同志已经用上了汽车电话了呢？

这里所讲的汽车电话已经不是那种“长江，我是黄河……”的报话机了。它是在报话机的基础上发展起来的一种新的移动通信系统。这种系统的特点，大体上有以下几条：

①可以直接和市内电话用户通话，也就是说，移动通信可以进入整个通信网，甚至还可以拨叫其它城市的长途电话。

②有自动控制接通电话的功能，根本不需要“长江、黄

河”那样呼叫和监听，而完全和普通电话那样拨号，有电话打进来时，也是用振铃的方式提醒用户接电话。

③有多种多样的用途。例如：公众汽车电话是像普通电话一样由用户申请安装的；专用汽车电话是由单位自己建设供内部使用的；无线电调度电话是在大型工矿企业内供生产调度使用的；无线电寻呼是供行人随身携带，用来找寻外出的行人并传递简单信息的；无绳电话是作为普通电话的附加设备，可以机动使用的。此外，还有安装在列车船舶和飞机上供旅客使用的电话等等。这些，我们统称之为现代移动通信，以与老式报话机等相区别。

现代移动通信在国民经济、社会生活中的作用正在日益增强，在上面所讲例子中已经可以看得出来，如果汽车上安装有汽车电话，秘书身上也配备了无线电寻呼机，那次在车上临时要与单位通话就不会发生任何耽误，而完全可以在中途及时解决。这样的例子很多，我们可以随手从报纸上摘一段报道。例如一九八五年九月三十日上海文汇报载，上海市区有六千多辆出租汽车，其中有三千辆没有固定的站点，出发后就无法和公司联系。群众打电话到公司要车，公司不知道车在什么地方，因此常常出现“空车满街跑，旅客要车找不到”的现象，致使出租车的经济效益和社会效益都很低。但是如果像北京的首都汽车公司那样，在出租汽车上安装一套无线电调度设备，公司可以随时和外出的车辆联系，及时把空车调到旅客所在的地方，岂不是两得其便。

随着社会生产力的发展，人们生活和工作的节奏加快了。许多问题都要及时获得信息并作出决策，即使是乘车或步行外出的几十分钟也是十分宝贵的。而移动通信恰好能适应这样的需要，因此在最近的十几年中，移动通信发展的速度很快，被

• • •

人称之为七十年代的三大新兴通信业务之一（另两种业务是数据通信和共缆电视）。进入八十年代以后，移动通信的发展速度更快了，曾经有人对八十年代终了时（1990年）世界几个主要国家移动通信设备的数量作过预测，从表1.1的数字可以看出，平均的年增长率在11%左右，这样的增长速度是相当快的。

表 1.1 移动通信发展预测数

国 家 或 地 区	1990年每1000居民 拥有数（预测）		年增长率（预测）	
	汽车电话（部）	无线调度设备 （台）	汽车电话	无线调度设备
美 国	5.0	45.0	14.5%	4.1%
瑞 典	6.0	34.0	15.7%	6.6%
丹 麦	6.0	24.0	11.1%	7.1%
哥本哈根	10.0	30.0	10.6%	6.6%
挪 威	8.5	16.5	9.6%	9.4%
芬 兰	6.5	18.5	14.0%	12.0%
西 德	0.9	14.1	9.2%	5.9%
英 国	1.2	13.8	15.7%	10.3%
大伦敦地区	2.5	22.5	20.8%	12.6%

表1.1所列举的年增长率预测数字，也许还会被超过，例如：西德在1986年上半年有一个新的全国性的汽车电话网开始运行，预计1990年可容纳十万用户，届时势将大大增加汽车电话用户的数量。这一点我们还可以引用日本的统计数字来证明，日本的汽车电话是在1979年底开始营业的，几年来它的用户数量可见表1.2.由表可见，仅仅1982年3月到1984年11月的两年半时间里，汽车电话就增加了两倍，折算成年增长率为55.8%，这真是一个惊人的数值！由上面的这许多数字可以充分说明，移动通信作为一种新的通信业务，在国民经济和社会

表 1.2 日本汽车电话 (HCLMTS) 用户数

时间 (年、月)	用户数量 (户)
1979.12	254
1980.5	2503
1982.3	13275
1984.11	40260

生活发展中的作用正越来越显露出来，因而也正以很高的速度在发展着。

第二节 移动通信的分类

在上一节中提到移动通信有多种多样的用途，按用途分类，大体上可以分成四类：

汽车电话

无线电调度

无线电寻呼

无绳电话，

此外，还有安装在火车、船舶、飞机上供旅客使用的无线电话等等。每一种类型的移动通信各有业务上和技术上的特点，在这一节中，我们将对几种主要的移动通信业务作简单的介绍，至于其技术问题，将在以后专章讨论。

一、汽车电话

顾名思义，汽车电话是将用户电话设备安装在汽车上，可以在行进中通话。供公众使用的汽车电话都能够接入市内电话

网，这样汽车电话用户可以和市内电话用户直接拨号通话，使用极为方便。此外，还有一种规模较小的专业用汽车电话，它是在某一部门内部可与专用电话互通，这在公安、消防、交通管理、海关缉私等部门是非常有用的。

图1.1是一个城市的公众汽车电话网示意图。市内电话局以及它的分、支局(图上未全部画出)联接着成千上万部电话机，同时又和汽车电话局相联通。汽车电话局是汽车电话的管理、控制和交换的中心，它联接着若干个无线基站，这些无线基站安装有许多台无线电收发信机，并通过架设在高楼顶上或铁塔上的天线，将无线电波发射到一定的区域内，这些区域被称为覆盖区，所有覆盖区的总和，便是汽车电话的服务区。

如果有一个汽车电话用户在覆盖区A内行驶时要和某一市

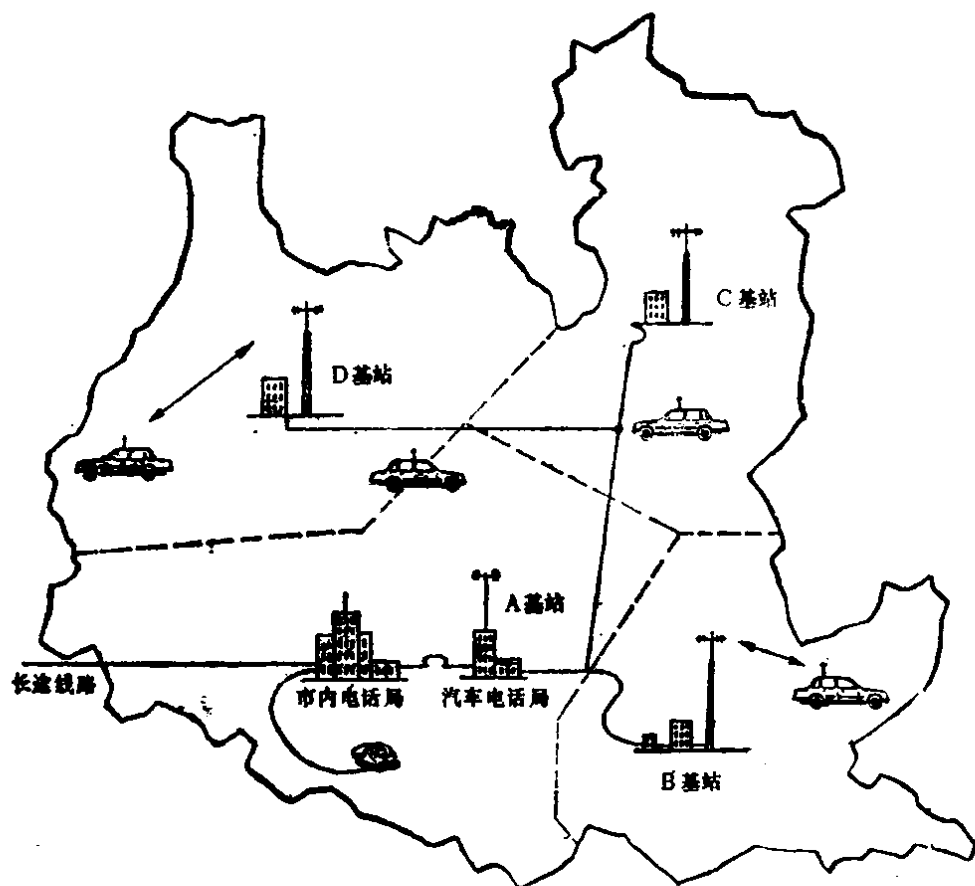


图 1.1 公众汽车电话网示意图

市内电话用户通话，他首先要占有基站 A 的一个无线电信道，并且通过这个信道发出呼叫信号和市内电话用户（被叫用户）的号码。汽车电话局收到这个信号和号码后，立即把它转变成市内电话的信号并送到市内电话局，市内电话局的交换机开始工作，使被叫用户话机振铃，这样双方就可以通话。通话结束双方挂上话筒后，汽车电话局和基站就自动把被占用的无线电信道撤回，以供给另一个要求通话的用户使用。

如果汽车电话用户拨号错误或市内被叫用户正在通话（占线），市内电话局的交换机经过汽车电话局也能送一个忙音给汽车电话用户，要求他挂机，稍待以后重拨。如果汽车电话用户开始要求占有信道时，基站 A 的全部信道都被别的用户占用了，他也与市内电话用户一样听不到“嗡—”的拨号音而只能挂机等待，这些过程都和普通的市内电话一样，因此对用户来说，使用是十分方便的。

当一个市内电话用户要和汽车电话用户通话时，接通的过程就略为复杂一些。市内电话用户拨号后，汽车电话局要通过一部份或全部基站发出呼叫信号。被叫的汽车用户收到呼叫自己的信号后，自动占有一个无线电信道，发出回答信号。只有当汽车电话局收到回答信号后，才给主叫的市内电话用户发“嗡、嗡”的回铃音，同时使被叫的汽车电话机鸣铃。而如果汽车电话局发出呼叫信号后的若干秒钟之内收不到回答信号，就向主叫的市内电话用户发出“接不通”的忙音并切断电路。以上过程所费的时间都是以秒计算的，并且都是自动进行的，因此对用户来说，并无任何不方便的感觉。

一个汽车电话用户要和另一个汽车电话用户通话，其过程大体上就是上面所说的两个过程的相加，只是它可以不经过市内电话局，而直接在汽车电话局的交换机内实现转接。

当一个汽车电话用户在通话过程中，汽车已从覆盖区 A 驶入另一个覆盖区 B，这时通话会不会受影响呢？一般地说是不受影响的，因为汽车电话局经常监测着各个用户的通话状态，当它发现用户已驶入 B 区，就会立即把电路转接到 B 区的一个无线电信道上，并同时指令汽车电话改变信道，汽车电话用户改变信道的过程也是自动进行的，所需的时间还不到一秒钟，所以用户几乎不能察觉。

上面我们介绍的是像图 1.1 那样由一个汽车电话局和四个无线基站组成的汽车电话网的通信接续过程，这种汽车电话网（准确地说是一个汽车电话系统）称为“单局多站制”汽车电话，它是适用于大中型城市公众使用的制式。此外还有“单局单站制”和“多局多站制”。这些我们将在后面的有关章节中再作介绍。

根据上面介绍的内容，我们可以看到：

①对用户来说，汽车电话的使用是很方便的，它完全不需要“长江！长江！我是黄河”那样地呼叫，而基本上和市内电话的使用过程一致。

②从实际过程来说，接通汽车电话比接通市内电话要复杂得多。在通话过程中可能要改换无线信道更比市内电话复杂得多，所以汽车电话的设备比较复杂，建设成本也高。

③汽车电话有一定的服务区，要扩大服务区就要多设基站，但同时也增加了控制和接通过程的复杂性。

汽车电话是一种最典型的、也是最复杂的移动通信，了解了汽车电话的性能和有关的技术问题，对其它的移动通信也就易于掌握了，因此在这本小册子中，我们将着重讨论汽车电话的一些问题。

我国的汽车电话目前正处于起步的阶段，在上海等少数几

个城市中，已经有了小规模汽车电话系统，我国自己研究制造的汽车电话已开始使用，从国外引进技术制造汽车电话也在进行。北京、昆明、上海、广州等大城市很快就能开展公众汽车电话业务，至于专业性的汽车电话系统，已经有建成使用的了，大量推广是指日可待的。

二、无线电调度

无线电调度是当前用户数量最多的移动通信业务，据统计，1973年美国的无线电调度设备总数就已接近四百五十万台，这个数字充分说明现代工农业生产对这种迅速而又方便的通信业务的需求。

无线电调度在我国已有使用，例如前面所说的首都汽车公司，就曾利用无线电调度设备实现了对出租汽车的调度，使车辆的利用率和经济效益有明显的提高。在一些大型工矿企业、码头、车站、机场，也使用或正在准备使用无线电调度设备。

图1.2是一个无线电调度系统的示意图，它的核心部份是调度控制器。控制器的一端通到由若干套无线电收发信机组成的无线电基站，另一端与总调度台联接。此外，在各个生产单位设有分级调度台或调度终端，它们各有自己的无线电收发信机。在这些分级调度台、调度终端与总调度台之间，是用无线电信道联接的，总调度台或分级调度台向下级发出的调度命令、下级向上汇报的生产动态，都可以用话音或文字数据的方式在无线电信道中传输，同时还能在调度控制器中记录存贮起来，以备查考。由于是用无线电波传输的，所有的分级调度台和终端可以随时移动，也可以安装在车辆上，因而这种调度系统特别适合于野外作业（如地质探矿）和流动作业（如公路和