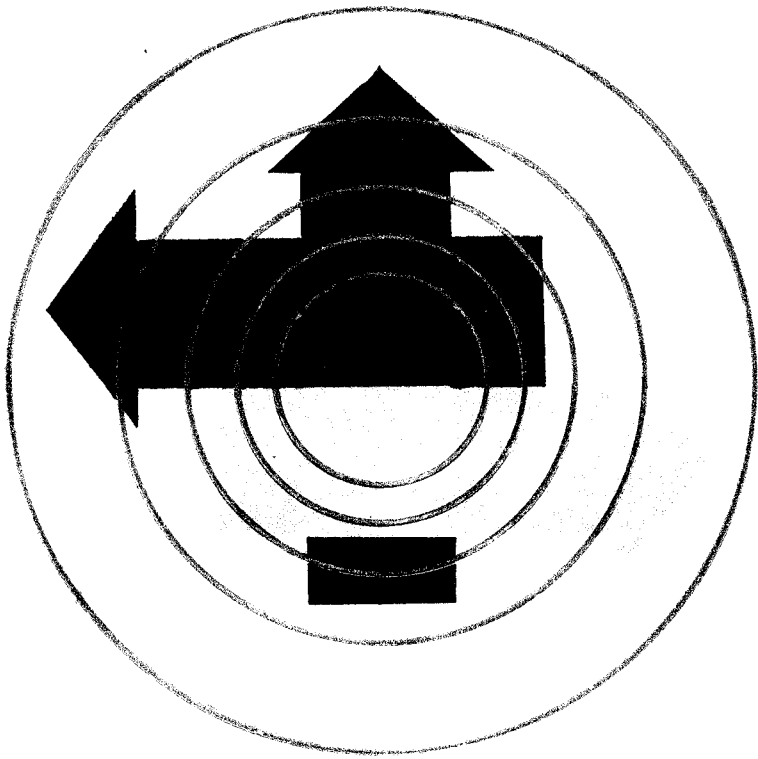




贾玉涛

付 滨

24

移动通信

电子工业出版社

内 容 提 要

本书是一本介绍移动无线电通信的通俗小册子。全书共六章。一、二章介绍移动通信概貌、发展概况和发展趋势、基本工作原理等基础知识。第三章重点介绍甚高频和特高频移动无线电话系统及其电路。第四、五、六章分别介绍无线电区和选择性呼叫系统、单边带通信系统以及卫星移动通信系统的工作原理、组成、特点和作用。本书可供通信专业、公路运输、铁路运输、航海、航空专业、民警、消防等部门具有一些通信基础知识的初级技术人员、管理干部、电信工人阅读。也可供初中以上文化水平的读者作为自修教材。

移动无线电通信

贾玉涛 傅 滨 编著

*

电子工业出版社出版

一二〇一工厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1983年9月第一版 开本: 787×1592 1/32

1983年9月第一次印刷 印张: 8.5

印数: 1—6300册 字数: 188,136

统一书号: 15290·6

本社书号: N92.006

定价: 1.10元

前 言

现代科学技术的迅速发展,创造了现代化的物质文化生活。现代物质文化生活要求运输工具多拉快跑、迅速、准确、经济、舒适地到达目的地。在现代社会生活中,没有大量的小汽车、卡车、公共汽车、火车、船舶、飞机和宇宙飞行器是难以想象的。现代化运输工具要求有迅速、可靠的移动无线电通信手段与之相适应,协调分散在广大地区上各个移动体之间的紧密相关的活动。军事移动通信,是现代化军事装备的重要组成部分。因此,发展移动通信,对加速我国社会主义建设、加速科学技术现代化、加速国防现代化以及保卫社会主义祖国都是非常重要的。

移动无线电通信出现的历史并不长,但它的发展极为迅速,世界上许多工业发达国家已在广泛使用。我国在这方面也已迈开新的步伐,向前发展。为了适应移动无线电通信迅速发展的形势,作者编写了这本小册子,力图向广大读者通俗地介绍移动无线电通信基本知识与实际工作中所使用的系统的情况。

移动无线电通信包括陆地移动通信,水上移动通信和空中移动通信。这三种移动通信方式在技术上既有共同点又有不同点,因此本书在内容安排上,侧重介绍它们的共同点,也介绍它们的不同点。

本书共分六章。第一、二章介绍移动通信概貌、发展概况、发展趋势、基本工作原理等基础知识。第三至六章分别介绍甚高频和特高频无线电话系统、选择性呼叫系统、单边带通信系统以及卫星移动通信系统。其中以较多篇幅介绍广泛应用于船舶通

信、车辆通信和飞机通信中的甚高频和特高频无线电话系统。在第三章还从电路功能角度向读者介绍一些实际使用的电路。第五章简单介绍目前国际上广泛使用的单边带移动通信系统，主要介绍不同于调幅通信的若干特点。第四、六章介绍近年发展起来的、大有前途的选择性呼叫系统和卫星移动通信系统。

为配合介绍各种系统工作原理和功用，书中附有若干图表曲线，供读者使用与参考。

本书在编写过程中，尽量避免较深的数学推导，力求深入浅出，通俗易懂。可供通信专业、公路运输、铁路运输、航海、航空专业初级技术人员、工人、管理干部、在校师生阅读参考。也可供初中以上文化水平的读者作为自修教材。

移动无线电通信技术尚在发展时期，许多技术问题还不成熟，所涉及的范围又相当广，因此这本小册子不可能把所有内容包括进去。由于本人水平有限，时间仓促，错谬之处恳请广大读者批评指正。

编著者

1983年元月

目 录

第一章	迅速发展的移动无线电通信	(1)
1.1	什么是移动无线电通信	(1)
1.2	移动无线电通信在现代社会生活中的作用	(4)
1.3	移动无线电通信有哪些特点	(9)
1.4	移动无线电通信的过去、现在和将来	(12)
第二章	移动无线电通信基础	(17)
2.1	移动无线电通信离不开无线电波	(17)
2.2	采用怎样的无线电波传播方式	(22)
2.3	选用怎样的无线电频率	(26)
2.4	移动无线电通信中的模拟信号和数字信号	(31)
2.5	移动无线电通信中的无线电报和无线电话	(34)
2.6	移动无线电通信中信号调制和解调	(48)
2.7	移动无线电通信中发射特性的国际代号	(60)
2.8	移动无线电通信有哪些工作方式	(62)
2.9	移动无线电通信的基本工作原理	(68)
第三章	甚高频和特高频移动无线电通信系统	(81)
3.1	甚高频和特高频无线电话系统基本结构和特点	(81)
3.2	甚高频和特高频无线电话设备的各个单元	(84)
3.3	典型移动无线电通信设备简介	(120)
3.4	甚高频和特高频无线电话的通信距离	(127)

3.5	延伸距离移动无线电话系统	(139)
3.6	拨号式移动无线电话系统	(142)
3.7	铁路列车无线电话系统	(145)
3.8	综合移动无线电话系统	(147)
3.9	水上移动无线电话系统	(148)
3.10	内部无线电话系统	(148)
3.11	无线电播叫联络系统	(149)
3.12	无线电调度系统	(153)

第四章 无线电区与选择性呼叫(156)

4.1	移动无线电通信面临的重要问题	(156)
4.2	划小无线电区大有好处	(158)
4.3	怎样划分无线电区	(159)
4.4	“蜂房”区通信网是怎样工作的	(165)
4.5	什么是选择性呼叫	(169)
4.6	脉冲编码选择性呼叫系统	(172)
4.7	音频组合式选择性呼叫系统	(173)
4.8	数字式选择性呼叫系统	(180)

第五章 单边带移动无线电通信(188)

5.1	单边带移动无线电通信的广泛应用	(188)
5.2	单边带信号是怎样产生的	(193)
5.3	怎样发射单边带无线电话	(199)
5.4	怎样接收单边带无线电话	(205)
5.5	怎样提供多个高精度频率	(210)

第六章 卫星移动通信系统(214)

6.1	利用卫星通信的新时代	(214)
6.2	什么是卫星移动通信	(218)
6.3	航海卫星通信系统	(232)
6.4	国际海事卫星通信系统	(251)
6.5	航空卫星通信系统	(258)

第一章 迅速发展的移动无线电通信

1.1 什么是移动无线电通信

当你漫步在大城市的街头，你会看到有些小轿车车顶上竖着一根“小辫子”，司机正手执话筒在讲话。你也许会感到奇怪，司机在对谁讲话？是与车外的什么人联系吗？是的，这位司机正在利用汽车电话与远方的汽车公司调度室交谈公务，汇报情况，听取指示。正是汽车电话，象我们打市内电话那样，把相距数里或数十里的人们迅速而又方便地联系起来了。如图 1.1 所示。

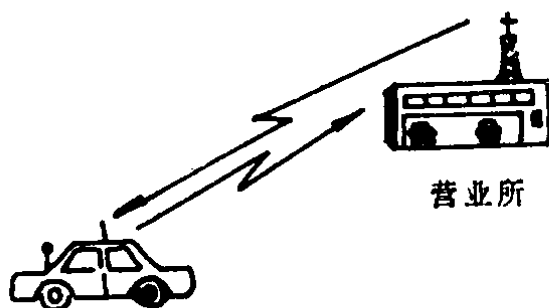
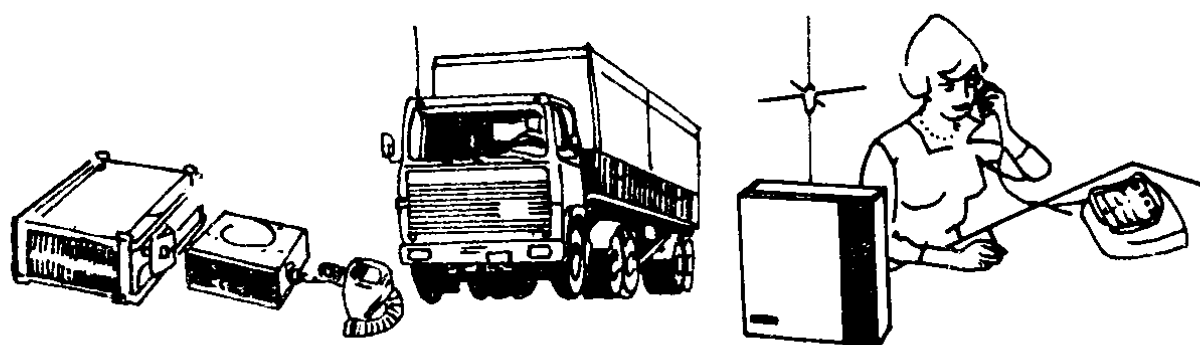


图 1.1 汽车电话通信

汽车奔驰在道路上，显然，不可能拖曳着一根电话线穿街过巷，越过田野和村庄，因而汽车与外界联系只能采用无线电通信，目前汽车通信的主要方式是无线电话。无线电话通信不象发电报那样麻烦，它不需要经过训练的报务员参与操作，司



(a) 移动台

(b) 基 台

图 1.2 移动台与基台

机、乘客可以直接和远方人员自由交谈，使用起来十分灵活、方便。

汽车无线通信与船舶或飞机无线电通信在工作原理上是差不多的。我们把移动体(汽车、船舶、飞机、火车等)上装备的无线电通信设备称为移动台〔参阅图 1.2(a)〕；把装备在固定地点的无线电通信设备称为固定台，或基台〔参阅图 1.2(b)〕；把移动体通过移动台与固定台(基台)或与另一移动台进行无线电通信的系统称为移动无线电通信系统，简称移动通信系统。

我们知道，人与人之间面对面的谈话就是一种最简单的通信。但是，人的讲话声音在空气中传播衰减很快，传播距离不远。如果把讲话声音通过话筒变成电信号，再通过放大器(扩大器、增音器)放大，这样，电信号就可由电线传到很远的地方，使对方听到他的讲话声音，这就是有线电话通信。如果不用电线而用无线电波传播，传送声音、文字、图象等电信号，这种通信方式称为无线电通信。移动无线电通信是航空、航海、车辆、列车和宇航器等的主要通信方式。

图 1.3 是一种最简单的移动无线电通信系统通话的示意图，它由一个移动台和一个基台组成。例如，有一个发话人对

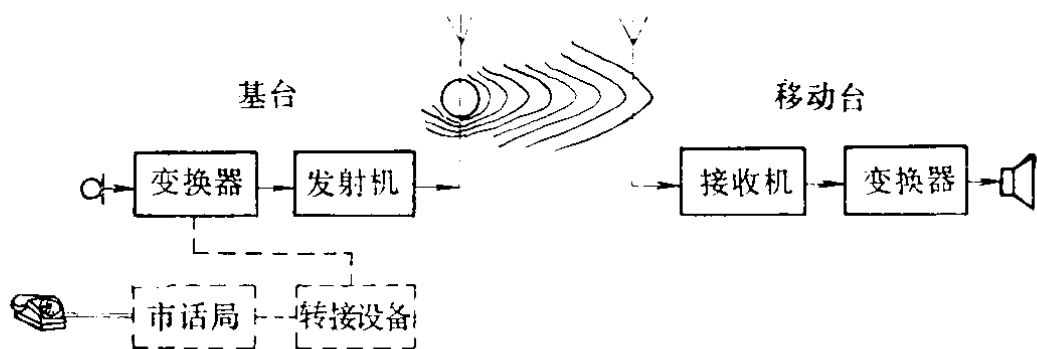


图 1.3 无线电通信系统示意图

基台上的话筒讲话，基台将发话者的语音经话筒、变换器变为电信号，再经发射机发射出去；车辆移动台的接收机接收到电信号后，经变换器、扬声器变换成原来的声波，于是收听者就听到了发话者的语音。

图 1.3 所示的移动通信系统是一种最简单情况，只有通话人分别待在基台和移动台上时才能接通电话。如果被移动台电话呼叫的人员没有留在基台，而是在远离基台的市内某一地点，则此时的通话系统就要复杂一点，如图 1.3 虚线方框所示。此时基台收到的由车辆移动台打来的电话是不能直接进入市内电话线路的。因为由移动台到基台属于无线电线路，所以在基台中需要有一转接设备，将无线电信道转接为有线信道，然后接入市内电话局，再由市内电话局将来自移动台的电话接入用户电话机。

当用户在市内某一地点，需要与某一车辆移动台通无线电话时，动作的过程正好与上述情况相反：市内用户拿起话筒，按规定拨车辆移动台的电话号码，经有线线路，接至市内电话局，再通过电缆接至基台有线——无线转接设备，基台分配一个信道，按电话号码接通所需车辆移动台，从而实现了市内用户与车辆用户之间的无线电话通信。

飞机电台与地面基台间的无线电话通信，船舶电台与海岸电台间的无线电话通信，其基本工作原理与陆地移动无线电话通信相同。这里不再赘述。

1.2 移动无线电通信在现代社会生活中的作用

移动无线电通信在现代社会生活中所起的作用愈来愈重要。

请看图 1.4，一辆载重运输汽车需要由仓库向三个单位运送货物。图(a)是汽车上没有用无线电话调度时，汽车所经的路径。载重汽车需往返于仓库三次，跑了三次空车。汽车的利用率低，运输时间长，耗汽油多，很不经济。图(b)虚线表示有无线电话调度时汽车所经的路径。汽车根据调度员的指挥，沿途装卸货物，大大提高了汽车利用率，运输时间缩短，节省汽油，十分经济。这仅仅是利用移动无线电话提高经济效益的一个小例子。

大量的汽车、卡车、公共汽车、船舶、飞机和宇航器是现代生活的必需品。现代社会有如此巨大的机动性，更要求有迅速、可靠、畅通的移动通信与之配合，协调分散在广大地区上各个移动体之间的紧密相关的活动。

军事移动通信是现代化军事装备的重要组成部分。军用飞机编队飞行或攻击目标；军舰、快艇出海执行任务或进行战斗；步兵、坦克兵、炮兵、工程兵等陆军兵种在对敌作战时，都要用通信设备与自己的指挥机关保持经常的联系(报告情况、听取指令或命令)。可以认为，武器威力虽然日益强大，但若没有统一、迅速、可靠的通信系统，要想充分发挥武器的作用也只能是一句空话。

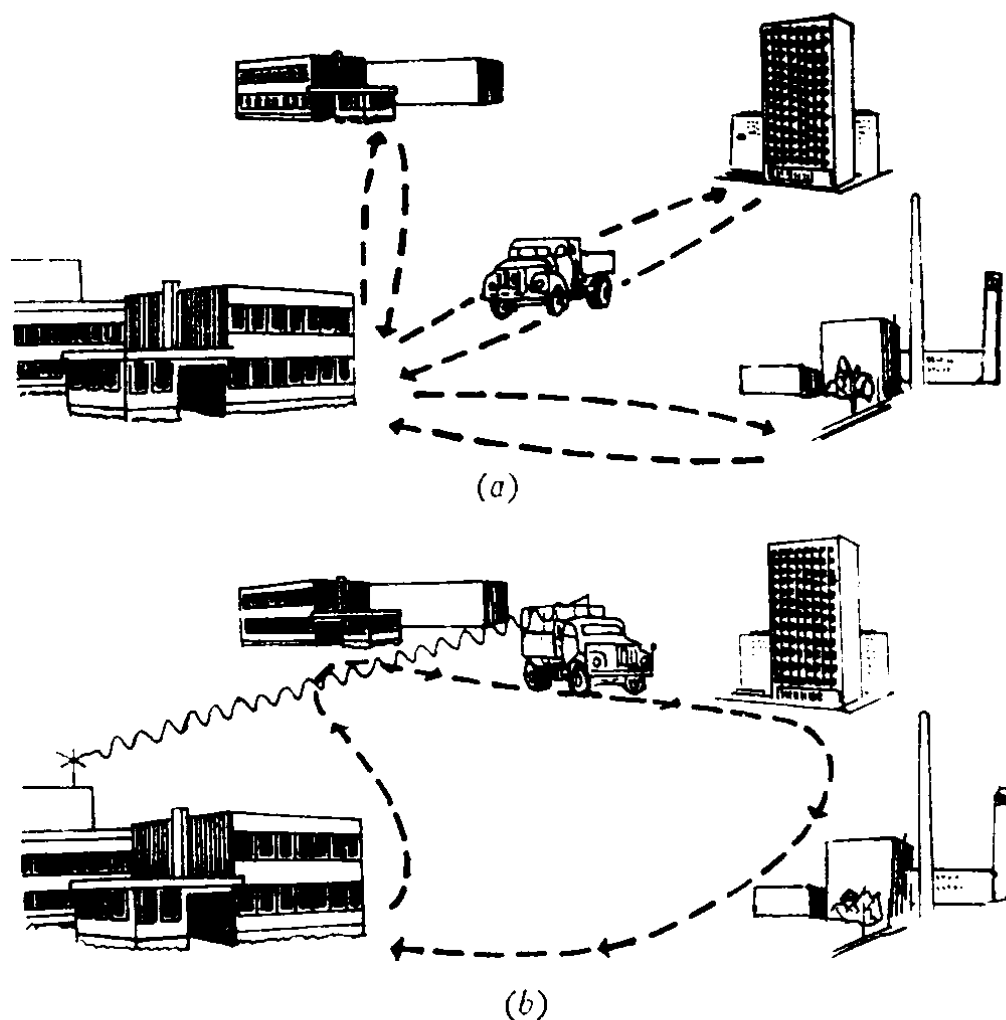


图 1.4 提高运行效率

移动通信在现代社会生活中的重要作用，可用三个方面的通信业务来说明。

一、陆地移动通信业务

在国外，车载无线电话对个人是很有价值的。过去，有许多人在每天的日常活动中，往往有不少时间浪费在乘车途中，现在由于有了无线电话，他们便可以利用路途中的一部分时间了。例如商店货物推销员在向顾客推销货物的驱车途中，可与他们的顾客通话；商店售货员只要拿到货物账单，就可以利用

无线电话键盘向仓库发送顾客所需账单，仓库有关人员便根据账单向顾客送货；售货员还可在回家的路上，利用车上电话询问商店存货情况，并且还可以告诉他的妻子，为他准备好晚餐饭菜。

旅行中的个人，也可通过移动无线电话，与他们的秘书或者妻子儿女联系，互致问候，了解情况；还可给旅馆、饭店挂电话，预订住宿房间和吃饭的席位；倘若他们准备进入交通拥挤的繁华地区，他们可在汽车中先给停车场挂电话，防止找不到停车席位；他们甚至不需要把车辆开到收费处去交费，而只要用车辆中的无线电收发信机自动发射一组编码，收费处的接收机记下车辆的识别码，然后发射一组数据，告诉银行，从车辆所有者所在银行账户中，支付停车费用就行了。

车辆无线电话在安全上也是有用的。例如有的地方遇到大雾，或者发生意外事故，可以用无线电话通知该地区车辆，告诉他们注意安全；帮助出故障的车辆排除故障。若发生飞机坠毁，现场人员可用无线电话与救护部门取得联系，迅速叫来救护车和救护人员。发生事故时，抢救伤病员刻不容缓，救护者通过无线电话与医院保持紧密联系。医院一面指导救护者在救护车上照顾病人，一面组织抢救的准备工作，以使伤病员及早得到救护和治疗。

可以预计，在不久的将来，无线电收发信机很可能成为汽车上强制安装的安全设备。

归纳起来，陆地移动通信业务有：

1. 公安民警部门、消防队和防空、防震、防灾部门使用的公众安全和紧急通信；
2. 汽车、公共汽车、卡车和铁道使用的陆地运输通信；
3. 商业车辆使用的调度和汇报通信；

4. 工业部门对沉重设备和公用事业操作使用的指挥通信;

5. 政府官员、企业管理人员、医生和演员等使用的移动通信。

二、航海移动通信业务

远洋船舶远涉重洋，船上人员利用船上的无线电通信设备可以与船、岸进行通信联络，犹如近在咫尺。目前航海船舶上的通信设备主要用于业务联络。例如，向领导部门汇报情况，定时报告船位、进出港日期，以及听取指示。

随着移动通信技术的发展，远航船舶上的工作人员向家庭或由家庭向船舶挂电话的个人通信业务，也将逐渐普及。

航行在海洋上的船舶，面临着风浪袭击、触暗礁、搁浅滩以及船舶相互碰撞的危险，为保障船舶航行安全，安全通信便成为海上移动通信的重要通信内容。

台风对航海安全威胁最大，不少船只因受台风袭击而翻船沉没。为此，世界的海上通信网，经常向海上船舶发布各个海区的气象资料，提醒各船对险情及早采取预防措施，以免船舶受损。二十世纪以来，主要使用由“点”和“划”符号组成的莫尔斯电码播发气象资料。近来许多航海国家已开始通过无线电传真，传送气象资料，由船上的气象传真机，直接显示出以各种代号表示的气象图。船上驾驶人员再根据气象图，采取适当安全措施，避开台风的袭击。

对航道变迁或海面情况异常，或航标失灵或新的航行障碍出现等情况，如稍为疏忽，就有沉船的危险。为此，世界上组成了“无线电航行警告网”，划分成若干航行警告区，及时向该海区或其它海区发布无线电航行警告，通知船舶及时绕过危险

海区，防止船舶遇难。

一旦发生海难事故，船上的求救无线电台立即按规定拍发出求救信号“SOS”。当过往船只和各国援救组织收到这种信号时，按照国际上的道义，必须前往援救。

归纳起来，航海移动通信业务有：

1. 海上船舶使用的紧急和遇难通信；
2. 协调和指挥使用的海上船舶通信；
3. 协调和指挥使用的港口和锚地区域的通信；
4. 船员与乘客的公众通信。

三、航空移动通信业务

巨大的喷气飞机，穿过云层，飞翔在万米以上的高空。尽管距离非常远，但机、地人员只要通过移动通信就可以互相联系。例如，地面指挥员和空中调度员通过地对空无线电话，可以向飞行员发布命令和指示，听取飞行员关于飞机方位和状况的报告以及请求等。飞机从起飞到着陆，时时都与地面保持密切联系，飞机的安全才有保障。

航空移动无线电通信有近距离与远距离之分。

例如，有些大城市，航空线路非常多，有些飞机依次等待起飞，另一些飞机等待着陆；天空中的飞机很拥挤，稍不留心就会撞机，因此，机场调度人员要通过机场无线电台，向飞行员发布命令，指示他们按照规定的次序起飞和着陆，以保障飞机的安全。这段通信距离是很近的，属于近距离航空移动通信。通常使用甚高频无线电台。

大型旅客飞机需要作远距离飞行时，飞机经常需要在飞行途中与目的地取得通信联系，通知对方作好接机的准备工作。如果对方发生意外事故不允许飞机着陆时，就得赶快由无线电

话通知途中飞行的飞机改变飞行计划。这段通信距离是很远的，属于远距离移动航空通信，通常使用短波无线电台。可见，飞机的安全总是与航空通信紧密联系在一起的。

航空通信是保证地与空联系的重要工具。现在国外已有不少航空公司，在他们的大型客机上安装了空对地的公用电话，供广大旅客使用。客机头等舱和二等舱各装一部电话机，这些电话机是与国内电话网相连的，旅客只要将信用卡插入话机内，按规定拨电话号码，就可以跟地面通信，就像在市内打电话一样方便。

航空移动通信业务可归纳为：

1. 用于遇难飞机的紧急通信；
2. 协调和指挥空降操作的通信；
3. 协调和指挥地面操作的通信；
4. 飞机乘员与乘客的公众通信。

由于无线电移动通信为人们的工作、生活提供了极大的便利，同时也使厂矿企业、公司机关的劳动生产率和办公效率显著提高，因此，近几年来移动无线电通信系统发展十分迅速，正处于大规模发展的兴旺时期，正向着功能更完善、接收机体积进一步缩小、工作区域进一步扩大的方向发展。特别是移动无线电通信系统不仅能在本系统内进行信息传递，而且还可以接入市话网络，通过自动拨号能与市话网络中任何一个用户建立通信，其发展前景极为可观。

1.3 移动无线电通信有哪些特点

不少人对固定通信有所接触，对移动通信则比较陌生。下面我们就来看看移动通信有哪些不同于固定通信的特点。正确

掌握这些特点，对我们了解和使用移动无线电通信及其设备和系统将有所帮助。

我们打一个比喻，计时工具有手表和座钟。手表佩戴在个人身边，座钟放在家里。移动台好比“手表”，固定台好比“座钟”，它们之间既有相同之处，又有很多不同的地方。移动台的特点如下：

固定无线电通信(例如北京和上海两地之间的无线电通信)仅是通信手段之一，用户不一定依赖于它，还可以通过电缆进行有线通信，或使用其它方式通信。而移动无线电通信常常是用户直接接触的唯一通信设备。倘若汽车、船舶、飞机、宇航器等移动体没有带移动无线电设备，要想进行通信联络是困难的。因此，为保障移动台与固定台的联络，要求移动无线电通信设备要比固定无线电通信设备更为可靠；飞机、船舶和车辆，特别是飞机，其体积和重量等都有严格的限制，并且移动体上的工作环境恶劣，因而要求设备体积小和重量轻；并能够承受剧烈的震动和冲击、承受高温和低温大幅度变化；船用通信设备还要有水密、防盐和防腐蚀等措施。

直接操纵移动无线电通信设备的人员数以千万计。譬如说，单人驾驶一艘小艇或驾驶一架小飞机，为了航行中的安全和方便，还需要操纵移动无线电通信设备，他们自然应成为一名无线电通信人员。由于移动无线电通信要求通话者直接操作无线电设备本身，因此除要求设备有良好的性能外，还应简单易懂，使用方便，易为一般人掌握。

移动无线电通信系统的组成常常是一个基台(多则数个基台)配属许多个移动台。在一个通信网中，基台的数量少，工作方式和设备可以做得复杂一些，设备费用可以高一些；移动台的数量大，要求设备简单、可靠和价格便宜，让广大用户都买

得起。

用于移动无线电通信的频带是有限的。分配给陆地移动无线电通信的频带，早期不过数十兆赫，近期因为增加了 450 兆赫和 900 兆赫频段，可用的频带约增加了 200 兆赫。如何有效地使用有限的频段，是一个很重要的课题，各国都在进行研究。目前，除从规章制度上作出严格规定外，还采用缩小频率间隔以及频率复用等技术。有时为了有效地利用频率，不得已使系统和设备复杂一些(设备价格也要相对高一些)，也算是一种行之有效的办法。

移动无线电通信所受到的干扰是相当大的。它面临的干扰有：邻近频道干扰，外部噪声干扰，设备内部噪声干扰以及受建筑物反射而产生的反射波的干扰。人们认识到干扰的存在，从而根据不同形式的干扰，采取不同的抗干扰措施。

移动通信的用途很广。它有公众移动通信、车辆移动通信、航海移动通信、航空移动通信、宇航器移动通信以及救生移动通信等。

移动无线电通信使用的波段很广阔，有超长波、长波、中波、短波、超短波和微波。

移动无线电通信可以开展的业务内容很广泛，它能传电报、电话、传真、传送数据。在将来，还有可能传电视电话、低速扫描电视和定位信息。按所采用的传送信号制式的不同，有模拟移动通信和数字移动通信两种。普通的电话、传真、电视电话属于模拟通信；电报和数据属于数字通信。

移动无线电通信所采用的信号调制形式也是多种多样的，它有调幅、单边带和调频等。

上面是移动通信的一些主要特点。要有效地利用移动无线电的长处，克服其缺点，应着重研究合理的通信网络结构、有