

学校的理想装备

电子图书·学校专集

校园网上的最佳资源

# 移动通讯



## 移动通信

## 致少年读者

少年朋友们，当前，全世界的科学技术突飞猛进，日新月异。为了早日实现我们伟大祖国的四个现代化，你们应该努力学习现代科学文化。你们正处在长身体、长知识的时期，精力旺盛，求知欲强，应该以科学知识武装自己，将来为祖国的宏伟建设事业作出贡献。

为了帮助你们实现这一美好的愿望，我们三家出版社曾在八十年代合编了一套《少年现代科学技术丛书》，受到广大少年读者的欢迎。这次，为了及时反映当代最新科学技术发展的情况，我们三家出版社又将这套丛书修订补充，重新出版。希望通过介绍当前国内外一些影响大、前途广的新科学技术，能有益于你们增长知识，扩大眼界，活跃思想，进一步引起探索科技知识的兴趣和爱好。

怎样通俗地向少年朋友介绍现代科学技术，这是一个新的课题。我们真诚地希望少年读者积极提出批评、建议和要求，让我们共同努力，编好这套丛书。

少年儿童出版社  
北京少年儿童出版社  
安徽科学技术出版社

# 目 录

一、从“顺风耳”谈起 .....	1
古代的通信 .....	1
梦想成真 .....	4
“尾巴”的烦恼 .....	5
移动通信 .....	6
声音的秘密 .....	8
二、神奇的无线电波 .....	11
忠实的信使 .....	11
电和磁——一对亲兄弟 .....	16
驾驭无线电波 .....	19
三、随着电波去旅行 .....	25
产生电波的机器 .....	25
让信息插上翅膀 .....	28
电波升空的“发射架” 30	
电波旅行的途径 .....	35
捕捉电波的能手 .....	42
拥挤的空间 .....	45
四、频率的有效利用 .....	48
分苹果的启示 .....	48
看不见的带子 .....	50
“蜂房”的作用 .....	51
统一指挥的百万大军 .....	55
五、八仙过海各显神通 .....	57
神奇的“大哥大” .....	57
有“犄角”的电话 .....	60
BP机 .....	63
汽车电话 .....	66
船舶电话 .....	69
航空电话 .....	71
六、未来的移动通信 .....	73
镶嵌在空中的珍珠 .....	73
进入 ISDN 时代 .....	77

## 一、从“顺风耳”谈起

提起通信，少年朋友们也许认为是个很深奥的问题。其实，面对面的谈话就是一种最简单的通信。如果一个人想把他的话传给离他较远的人，他就得大声喊。但是，声音的传播距离有限，为了让我们说的话瞬间就能传到远方，几千年来，人类一直在幻想着、探索着。世界上许多民族的古代传说中都有关于“千里眼”和“顺风耳”的故事。我国古典神话小说《封神演义》中讲到，商朝末年有一位名叫杨任的神仙，他的眼眶中长出两只手，每个手心上都有一只眼睛，可以看到千里之远；耳朵又大又长，能够听到万里之外的声音。在讨伐商纣王的战争中，杨任曾经利用他的千里眼和顺风耳，帮助姜子牙大败敌军。这个神话故事说明，在那闭目塞听的古老年代里，人类的通信活动非常简单。人们盼望声音的传播能够听从自己的指挥，甚至可以和远方的亲友随便交谈。为了实现这个美好的愿望，我们的祖先想过很多办法，动过很多脑筋。

## 古代的通信

开始，人们向远处喊话时，为了把声音传得更远，常常用手围成喇叭形状，放在嘴前。这样虽然可以使声音传得远些，但是，最远也只是一二百米。

后来人们发现，鼓的声音浑厚有力，可以传得很远，即使在七八里外也可以听见。于是，人们编出“击鼓语汇”，用多种多样的鼓点来表达各种不同的意思。一个鼓手敲鼓时，邻近的鼓手们便一个接一个地重复着相同的鼓声，这样，一个信号站、一个信号站地传下去，两个小时便可以把信息传到百里之外。据说在 19 世纪末，苏丹人就曾用这种“击鼓语汇”报告过在喀士穆打败英国的消息。还有一次，意大利军队入侵埃塞俄比亚，埃塞俄比亚人立即在首都亚的斯亚贝巴敲起特殊的鼓，以预先约定的信号，向全国发布紧急动员令。近处的居民听到鼓声，也马上照样敲鼓，就这样，鼓声如同今天运动会上的接力赛跑一样，一站接一站传下去，在短短几小时之内，便传遍了全国，就连最偏僻的乡村，也接到了准备战斗的命令

这种设置接力站传递信息的方式，为现代的微波中继通信提供了雏形。

我国早在周朝，就是公元前 1000 年左右，就发明了类似的通信方式，并且传递速度比鼓声传递还快。这就是所谓“火光电报”——烽火通信。

周朝的疆土在现在的陕西岐山一带，因为大力发展农业，国家逐渐富裕兴旺起来。当时西邻的戎狄，时常来侵扰和抢掠，为了抵御戎狄的侵犯，必须有迅速灵活的通信手段。于是，周朝在边疆一带，设置了很多烽火台，这些烽火台是用石头砌成的方形台子，高出地面约 7 米，每个烽火台相隔 5 里左右，台台相望。平时台上堆满柴草和狼粪干，由士兵昼夜看守。一旦遇有紧急军情，夜间举火，就是点燃柴草；白天举烟，就是点燃狼粪。狼粪燃烧时黑烟直上，即使在很远的地方也能看见，所以烽火台又称狼烟台。根据敌情的不同，还可用不同的举火放烟方式。如敌人在 500 人以下时，放一道烽火，在 500 人以上时，放二道烽火等。这样，每当一个台“报警”，邻近的台看见之后，马上也放烽火，一台接一台把消息迅速传到远处。军队见到那熊熊火光和滚滚浓烟，会立即整鞍备马，准备迎击。即使把消息传到千里之外的京都，也不过一天的时间。而如果用快马报信则慢得多。看来烽火是古代最快的通信工具了，怪不得人们誉它为“火光电报”

在没有烽火台的地方，人们怎样传递消息呢？

文字出现之前，人们让那些记忆力好，又擅长跑路的人口头传递信息。文字诞生以后，信息便以书信的方式传送。送信人乘车或骑马，每经一段路设立一个驿站，像现在的邮局一样。到了元朝，邮递制度更加完备，还有了“急递铺”。急递铺就是专门投寄“快信”的“邮局”，送信的人精壮彪悍，腰悬铜铃，身骑快马，昼夜兼程，用最快的速度传送信件。路上的行人只要一听到“叮当、叮当”的铜铃和疾驰的马蹄声，就知道是送急信的，要赶快让路。用这样的办法，一天可走 300 里。

## 梦想成真

到了 19 世纪，火车、轮船出现了，信息的传递比以前快了许多。1920 年飞机也开始传递信件，信息传递的速度越来越快了。

但是，不论马怎样奔跑，也不管飞机的速度如何快，都没有实现“顺风耳”的愿望。直到一百多年以前，人们才发现电，并利用电来传送人类的语言。电信降生了。这时，关于千里眼和顺风耳的幻想，才开始成为现实。

用电来传递信息，是人类通信史上一个划时代的变革，它使过去的一切通信工具都黯然失色。如今谈到通信是包括电视、电话、电报和报纸在内的各种传递信息的方法。这里我们所说的信息，实际上是消息、数据、图像等等的总称。而传递信息的电话、电视、电报和传真机等称为通信工具。它们都是用电流或电波来工作的，所以现在所说的通信，主要指电信

如今电话像电灯一样举目皆是，不论是大城市、小城市，还是山寨、乡村，电话线四通八达。叔叔阿姨们坐在办公室里，可以随时拿起桌上的电话机与外单位商谈业务，如果要去外地出差，到了机场却发现没带对方的地址，不用着急，到候机室打个长途电话，对方就会派人到机场接你。也许你家里就装了电话，打个电话，远方的亲人就像在身边一样和你谈话。和朋友约好去电影院看电影，可是左等右等不见朋友来，不用着急，路旁的公用电话随时为你服务。

## “尾巴”的烦恼

有了电话、电报真是太方便了，但是人们还不满足。大家都知道，电话都拖着一条长长的“尾巴”——电话线。我们讲话的声音，通过话筒变成电信号，然后由这条长长的“尾巴”传到远方，使对方听见。但是人们常常被这条长长的“尾巴”所困扰。比如在激烈的空战中，长机要与僚机紧密联系，地面指挥员要对空中作战及时进行指挥，用这种有“尾巴”的电话怎么能行？伐木工人到森林里砍伐作业，那里没有电话线路，万一有火情，人们无法及时报警。

就连人们日常生活中，有时也被这条长长的像绳索一样的电话线所牵制。小远的一家就为此而烦恼过一个风和日丽的星期天，小远不到6点就起来了。爸爸、妈妈今天要带他去钓鱼。他们收拾好渔具，准备好鱼食，还带了许多好吃的东西，早早上路了。

到了上午10点，奶奶突然打来电话，说是爷爷犯了心脏病，可是小远家里没有人接，虽然电话机能够录下奶奶焦急的口信，可是他们在荒郊野地怎么知道呢？幸亏邻居帮助把爷爷及时送到医院，小远一家到晚上才知道，你说急人不急人。咳！要是能有一副没有尾巴的“顺风耳”就好了。随身带着它，无论走到哪儿，都能自由通信，那该有多好啊！

实际上科学家们早就为这一理想奋斗了。到了19世纪，人们发现了电磁波，从此实现了无线通信。这就说到了我们的热门话题——电话中的“大哥大”。

## 移动通信

“大哥大”是一种移动通信工具。那么，什么是移动通信呢？警匪故事片里常有这样的场面：匪徒开车在前面跑，警车鸣笛在后面追，警察手持话筒不时地和总部以及其它警车联系。他们正是利用汽车电话，把相距数十里的人们迅速而方便地联系起来。你也许奇怪，车上并没有连着电话线呀？信息是怎么传递的呢？原来不仅可以通过电线里的电流传递信息，还可以通过无线电波来传递声音、文字、图像等信号，这种通信叫做无线电通信。我们看到的电视节目就是通过无线电波，从电视台传到家中的。如果警车拖着长长的电话线，走街串巷到处跑，那不就乱套了！

当你漫步在大街上，也许会看到一些出租汽车上竖着一根小“辫子”，那是车上无线电调度设备的天线。出租汽车公司可以随时和外出的车辆联系，及时把空车调往用车顾客所在的地方。当你外出时，常可听到某个角落里“嘀、嘀、嘀、嘀”的“电蚰蚰”叫声，那是有人腰间的BP机响了。它是可随身携带的无线寻呼机，外形很像一个大火柴盒。如果有人急需找你，他可以用电话拨通寻呼台，告诉话务员你的BP机号码，话务员就会通过“电蚰蚰”通知你。现在还有安装在列车上、客轮上或是飞机上供旅客使用的无线电话，还有便携式电视电话和便携式传真机等等，旅客可以随时用它与各地联系。我们所说的移动通信，就是指电话机、寻呼机、传真机等在移动过程中的使用。它们可以在奔驰的汽车里、火车上，在水中的船舶和空中的飞机里使用。

没有电话线的地方，也能打电话。不管是在天空还是地上，走着还是跑着，只要手里有个电话机，只要是在无线电波能够到达的地方，电话就可以打通了，真是太方便了。人们再也不用为电话线的拖累而烦恼了。

既然移动通信是无线电通信的一种，那么无线电通信是怎么回事呢？爱动脑筋的同学一定还会刨根问底：无线电波是什么？声音和电有没有什么关系？无线电波又是怎样传递信息的？说起来还有许许多多学问，也有不少有趣的故事哩。

## 声音的秘密

世界上充满了各种声音：森林中的虎啸声、大海上的波涛声、汽车的喇叭声、工厂的马达声、收音机的广播声、厨房里炊具的撞击声、人们的说话声、还有音乐会传来的歌声……我们生活在声音的海洋里。

虽然声音发自各种不同的声源，但是，只要我们仔细观察，便可以发现它们都是以同一种方式产生的，不信，你可以试一试：

当你说话的时候，如果用手指按住喉结，就会感到声带在微微颤动。声带的振动产生了声音。你还可以注意一下正在发声的锣鼓或者自行车的车铃，假如看不真切，你就用手去触摸它们，你会感觉到它们也在振动。如果你用手紧紧按住发声的锣鼓或者自行车铃，振动就停止了，它们也就不再发声了。可见，声音伴随着物体的振动而产生，又随着振动的停止而消失。

振动的物体发出了声音，还必须有传送声音的“工具”把它送到我们耳朵里，才能使我们听到。这种传递工具称作“媒质”。空气、水、钢铁及其它气体、液体、固体都是传递声音的媒质。比如发声的物体在振动，它不断地推动周围的空气运动，也就是说，它把振动传递给空气，使周围空气也跟着振动起来，于是这种振动便迅速地“蔓延”开去。当空气的振动传到我们耳朵里时，它使耳内的鼓膜也跟着发生振动，这种振动通过神经传到大脑，于是我们便听到了声音。

在真空中，声音不能传播。例如，在月球上，由于没有空气，那里是个万籁无声的世界。

那么，利用声音能进行长距离通信吗？大家都有这样的经验：当我们对着山谷喊话时，要过几秒钟才能听到回声，这说明声音传到山谷，然后被反射回来，需要有一定的时间。人们测定：站在相距 1 公里的地方喊话，对方需要 3 秒钟才能听到声音。平时，人们交谈时，彼此相隔很近，很难感觉声音的传播需要时间。但是，如果相隔较远的距离，问题就大了。如果从北京向广州喊话，要等两个多小时，广州人才能听到，这一来一往的时间，简直让人难以忍受。再有，声波在传播过程中，强度会变得越来越弱，传不到很远就会销声匿迹。

看来要进行长距离通信，不能直接利用声音。

人们相中了“无线电波”。地球赤道的周长是 4 万公里，无线电波 1 秒钟可以绕赤道 7 周半。在地球上南北两极相隔 2 万公里，电波只用  $1/15$  秒就可以从南极到达北极。无线电波传播的速度几乎是声波的一百万倍。如果用无线电波传递信息，从北京到广州用不了 0.01 秒，双方好像近在咫尺虽然无线电波在传递过程中，也存在着一些损耗。但可以用特制的“放大器”加以放大。经过一段距离的传输后，我们把变得微弱的信号加以放大，使它精神倍增地踏上新的行程。就这样，传送一段距离后再放大一次……如此一路传送下去，便可以将信号传得很远很远。

那么无线电波到底是什么呢？

## 二、神奇的无线电波

### 忠实的信使

不管你在什么地方，只要拧开收音机的旋钮，立刻就会听到小朋友爱听的“小喇叭”广播，还有老奶奶、老爷爷喜欢的京剧；一打开电视机，荧光屏上就会出现一幅幅美丽的图像。你坐在家，就会看到电视为你转播的精彩节目。也许你爸爸腰里还别了一台BP机，只要它嘀嘀一响，你爸爸准要去打电话。在大街上，你可能还看到过，有些人手拿一种没有电线的电话机，边走边打电话……你也许感到奇怪：这些声音和图画是怎样来到我们眼前的呢？

这个看来似乎神秘的问题，今天已经成为普通的常识了。谁都知道，这是无线电波在起作用。虽然我们不能用肉眼直接看到它，也没有闻过它的气味，没见过它的颜色，不能用手触摸它，但它却像科幻小说中的“隐身人”，日夜不停地在我们的周围奔跑，悄悄地把一个个消息传递给我们，暗暗地为人类帮忙。这可真是位“忠实的信使”呀。

要想了解什么是无线电波，还得从大家都熟悉的各种各样的波说起。人们常用“碧波荡漾”、“波涛汹涌”来形容大海、江河、湖水，这就是眼睛看到的水波。美妙的音乐、轰鸣的马达，就是耳朵听到的声波。五彩缤纷、星光闪闪就是光波。地震时感觉到的震动就是地震波。电视机、收音机、BP机接收到的当然就是无线电波啦，也就是通常所说的电磁波。太阳光也是一种电磁波。因此，完全可以说人类生活在波的海洋里既然太阳光是电磁波，无线电波也是电磁波，那么它们是不是一回事呢？实际上，电磁波是一个十分庞大的家族。它们是按波长的大小由许多神通广大的成员组成的。大哥是多才多艺的无线电波。它除了担任通讯任务，帮助人们传递信息外，还能为飞机和轮船导航，操纵火箭的发射和卫星的运行。老二叫红外线。现在人们使用的红外线加热器，就是利用它给人们带来温暖。老三是个美丽的姑娘，身着七彩衣，红、橙、黄、绿、青、蓝、紫，给人类带来光明和色彩。老四是个保护人类健康的卫士，名叫紫外线。老五是X射线，因它是德国物理学家伦琴发现的，所以也叫伦琴射线，它有一双“火眼金睛”，能透视人体的骨骼、内脏，察知隐患，报告病情，是医生手中的锐利武器。老六是家族中的小弟弟，名叫射线，它是1898年居里夫妇发现了镭以后才发现的。别看它排行老六，本领却很大，不但能穿透厚厚的铅板，还能杀死可恶的癌细胞。

现在弄清楚了，无线电波原来是电磁波家族中的一员，通信的重任主要由它来承担，它是我们忠实的信使。无线电波到底是什么样呢？平常，在生活中有这样的经验：如果让你去找一个不相识的人，你可能感到很为难，只说他的相貌特点，你还不能想象出他的模样。但是，如果给你一张相片，那就方便多了。现在，我们也给波画个肖像还是拿水波做例子，看看水波的肖像，就容易想象无线电波的模样了。

在水面上放一个乒乓球，当水面波动时，乒乓球也随着上下起伏，球的运动反映了水面的运动。当球升到最高点时，水面也升到了顶点，我们把这个位置叫“波峰”，从波峰到水平面的距离叫“振幅”；球降到最低

点时，水面也降到最低点，这点叫做“波谷”；相邻的两个波峰之间的距离叫做“波长”。如果向水中投一块石子，可以发现水波是从中心一圈一圈逐渐向四周扩展的，这时，我们把波峰向前移动的速度叫做“波速”。水波每秒变化的次数叫做“频率”。现在我们画水波的肖像。在纸上作两条互相垂直的直线，横线表示波传播的距离，竖线表示水面偏离静止时水平面的高度，把某一瞬间各种水面位置记录下来，就得到了水波的肖像。这就是常见的波形图。这种波的波形是最简单的，人们把它叫做正弦波有了水波的肖像，就很容易想象无线电波的模样了。无线电波也是正弦波，也具有波的一切特性。它和水波一样能向四周传播，在传播的过程中能够发生折射、反射，它也具有一定的频率、波长和波速。但是，就凭这张肖像去辨认无线电波，还是很不够的，就像几个相貌相近的人不容易区分出来一样。我们还得知道无线电波的一些特殊性质才行首先，它不像其它波那样容易被人们的感官所接收。光波能被人的眼睛看到，声波能被人的耳朵听到，地震波能被人的身体感觉到，而无线电波则是一种无形的波，谁也看不见，摸不着，只能用仪器接收到。比如半导体收音机就是一种可以接受无线电波的仪器。

其次，无线电波具有惊人的运动速度，是世界上跑得最快的物质。它每秒钟能跑 30 万公里，而其他物质，比如声波，在空气中每秒只能传播 340 米，在钢铁里也不过每秒 5000 米。所以说无线电波称得上世界长跑的绝对冠军了。光波在本质上和无线电波一样，也是一种电磁波，传播的速度也是每秒 30 万公里，但光波是沿直线传播的，而且不能穿过不透明的物体，高山、楼房等障碍物都会把它挡住。而无线电波则可以沿着崎岖不平的地面，翻山越岭，绕过种种障碍向前跑，甚至能够直奔浩瀚无际的太空，在宇宙中飞行。它的这种非凡的本领都是其它的波所望尘莫及的。

第三，无线电波可以在真空中传播。声波、水波只能在一定的介质中传播。比如声波需在水中或空气中传播，在真空中就没有声音。无线电波却无处不在，不需要任何介质就能传播。

第四，无线电波的频率往往比其它波的频率高得多。平时人们听到的汽笛声，频率达几千赫兹，听起来有点刺耳。飞机的马达声，频率在几百赫兹以下，听起来有些沉闷。人类噪音的频率在几百~几千赫兹之间。女同志讲话，声音尖一些，频率较高，男同志声音显得粗一些，频率较低。无线电波的频率可以达到几万赫兹、几十兆赫兹。无线电波的波长、频率和振幅还可以按照人们的需要用机器来调节。正因为无线电波具有这些特殊本领，所以人们把语言、音乐、图像等种种信息交给这位“忠实的使者”，让它来完成通信的任务科学家们为了满足人类生活的需要，造出了能够发射各种频率的无线电波的机器，这样，无线电波就有了许多兄弟姐妹，组成了无线电波大家族。更有趣的是科学家们根据它们不同的波长，给它们起了不同的名字，比如超长波（又称甚低频）、长波（又称低频）、中波（又称中频）、短波（又称高频）、超短波（又称甚高频）、微波（又称特高频）等等。科学家们根据波的不同脾气、不同的运载量（频带宽度）、不同的旅行途径等各自的特点，对它们量才而用，去完成不同的通信任务汽车移动电话所用无线电波的频率为 450~900 兆赫兹；个人无线电话（“大哥大”）的频率为 900 兆赫兹；无线电对讲现在我们知道了，无线电波是电磁波的一种，而且有一个大家族。虽然我们看不见、摸不着，但是可以

通过仪器来测试它、观察它，还可以根据振幅、频率和波长画出它的“相片”来，使我们能够识别它。但是，无线电波到底是什么东西？又是怎样发现的，还是不清楚。你一定想知道这里的秘密吧？好，那我们就先说说电和磁吧。

## 电和磁——一对亲兄弟

少年朋友们一定早就熟悉电和磁了。摩擦能够起电，电荷流动起来就是电流。不难想象，如果没有电，我们的生活会变成什么样子！磁铁，大家都见过吧。收音机、录音机的喇叭后面，都带着一块磁铁；电冰箱的门也是靠磁铁才能关牢。科学家们还发现，带电体和磁体周围都存在着一种看不见，摸不着的物质，那就是电场和磁场。电场和磁场之间还有密切的联系呢。它们之间的联系对于无线电通信来说可是至关重要的，所以我们还要从当初发现这种联系时说起首先揭开电磁之间秘密的是丹麦物理学家奥斯特。1820年7月，奥斯特无意中把一个小磁针放到了导线旁边。导线通电以后，附近的小磁针忽然自动发生了偏转。这个微小的变化没有逃过奥斯特敏锐的眼睛，他反复进行实验后发现，不但导线中有电流通过时附近的磁针会偏转，如果把通电线圈放在磁铁附近，线圈还会因为力的作用而运动！如果把两个通电线圈挂在一起，当电流方向相同时，线圈会互相吸引，电流方向相反时，线圈会互相排斥。这些现象充分说明电流能够产生磁。

既然电流能生磁，那么反过来，磁是否也能生电呢？揭开这个奥秘的是电磁学的奠基人英国物理学家法拉第。法拉第出身贫苦，12岁就上街卖报，由于生活所迫，13岁便离开家庭到乔治·利勃书店去当学徒。法拉第虽然没有机会上学，可是却十分喜爱科学，艰苦的条件没能阻止他如饥似渴地刻苦学习。他常常白天做工，晚上勤奋学习。他贪婪地阅读许多交来装订的科学书籍，这使他很快就掌握了前人的重大成就，也了解到许多还未揭开的科学之谜。其中电磁现象引起了他的极大兴趣，他决心探个究竟，于是，进行了大量的电学实验。

法拉第想到，既然电流通过导体时，导体周围就产生磁场，那么反过来，磁场是不是也能在导体中引起电流呢？他带着这个新的问题，又开始了科学道路上的攀登。他把一条67.1米长的导线绕在圆筒上，把电流计接在两端，然后再把一根条形磁铁插进圆筒。法拉第想，这个外加的磁场应当能够产生电流。

但是，奇迹并没有出现。他满怀希望地跑到电流计的前面，电流计的指针却纹丝未动。他反复进行了一系列实验，都失败了。

难道这个办法不对？法拉第冥思苦想，反复实验，终于想到，电流之所以能够生磁，是由于电荷的运动。那么，是不是只有运动起来的磁场才能产生电呢？他装好仪器，重新实验。

这回他抽动放在线圈中的磁铁，同时，两眼紧紧盯住电流计。奇迹出现了，世界上第一次用人工方法使磁产生了电。就在磁铁插入和拔出的一刹那，电流计的指针动了，插、拔的速度越快，产生的电流也就越大。

法拉第得出结论：只有变化着的磁场才会产生电流。既然变化着的磁场会引起电流，而电流又能产生磁场，那么用变化着的电流就可以获得变化的磁场，有了变化的磁场就又能产生电流……法拉第进行了多次实验，一一证明了这些设想。他在人类历史上首先发现了电磁感应原理。法拉第还把这个原理推广到空间，也就是说，变化的磁场无论在导体中或者空气中，都能产生感应电场。然而，由于他所受的教育有限，缺乏数学知识，所以未能确定电磁场间的数量关系，用优美的数学形式，建立电磁场的基本方程。

的，是另一位英国物理学家麦克斯韦。

麦克斯韦生长在苏格兰首府爱丁堡一个有名望的大家族里，幼时的良好教育，使他成年之后在数学、天文学、光学、热学、分子物理学等方面都有精深的研究。他在电磁理论方面的建树，更为人类做出了突出的贡献。

麦克斯韦凭着他那渊博的数学知识，对前人的实验结果和法拉弟、高斯、安培、库伦等人的科学定律进行了长期的研究，终于把电磁学的基本定律用一组偏微分方程明确地表示出来了，写成了著名的麦克斯韦方程组。这个方程组构思之精妙，表述之简洁，深为人们所叹服，难怪后人把它誉为神仙之作。麦克斯韦根据他的方程式得出了创造性的结论：交替变化的电磁场，能够以波的形式一圈一圈地由近及远地向外传播，就像水波向外传播一样，因为这是电场和磁场形成的波动，所以叫做电磁波。麦克斯韦还进一步推算出，电磁波在真空中的传播速度是 300000 公里 / 秒，这和实验测得的光速一样。于是他又断言，光也是电磁波的一种，光是一种看得见的电磁波。然而，他还没有看见自己的科学预言得以验证，就过早地被癌症夺去了生命，年仅 48 岁。他的短暂一生对人类做出了巨大的贡献。

## 驾驭无线电波

用实验证实了电磁波的存在，验证了麦克斯韦理论的是不屈不挠的赫兹。

当麦克斯韦发表电磁场理论的时候，电磁波的存在还仅仅是个猜想，很多人对它表示怀疑。赫兹以自己卓越的才能，进行了几千次实验，终于确确实实“看”到了电磁波，研究了它的性质，创造了世界上第一个人工产生电磁波的仪器——赫兹振子。

赫兹制造了一个振荡器作为电磁波的波源：他在一根铜棒的两端分别安上一个大金属片和一个小金属球，然后将一对这样的铜棒排成一条直线，使两个小球相对，中间只留下很小的空隙。赫兹用感应圈给大金属片充电，这时在两个小球之间便会放出天蓝色的火花，随着火花的出现，铜棒就会发出电磁波，它们以振荡器为中心向四面八方发射，宛如光线从发光点射向四面八方。为了使人的肉眼能看到电磁波，也就是看到无线电波，赫兹又利用共振原理制造了一个谐振器。谐振器就是一个带有开口的金属环，开口处有两个金属小球。当谐振器靠近振荡器时，只要金属环的大小合适，人们便会看到，当振荡器的小球间窜出火花时，谐振器的小球间也会出现火花。原来发射出的电磁波碰到了谐振器，引起了谐振器中的电振动，开口处便放出火花。人们从这里真正“看”到了电磁波，这真是一个划时代的突破。赫兹实验意味着人类可以不用导线，而利用空间的无线电波来传播信号，意味着人类通信史上将发生一次革命。这一成就奠定了无线电通信的基础。不过，当时认识到这点的人并不多，既然无线电通信具有如此神奇的优越性，那么电码、声音和图像是怎样插上无线电波这一奇妙的翅膀飞向远方呢？我们还是从早期的无线电通信说起吧。

赫兹振子产生的无线电波很弱，不能在通信中应用。1889年初，俄国琅施塔得水雷学校的教员亚历山大·斯捷潘诺维奇·波波夫参加了俄罗斯理化协会的一次例会，看到了赫兹实验。遗憾的是，尽管整个大厅的窗户全被幕布遮了起来，那微弱的火花还是很难让所有人看到。波波夫对人们说：“人的感觉器官还不能感觉到空间的无线电波。如果发明一种仪器，使它代替人来接收无线电波，那么两地间的无线电通信就可以实现了。”

1891年，波波夫从文献中得知，法国的布兰里发现了一个很有趣的现象：当有电磁波产生时，装在玻璃管中的金属粉末立刻就活跃起来，紧紧地挤作一堆，让电流比较顺利地通过。这篇论文在波波夫的脑海中顿时激起了波澜，他认为这种管子有可能用来检测电磁波。这为发明无线电报打下了基础。

于是，波波夫仔细研究了几乎所有金属粉末的性质，比较了有电波出现时各种粉末导电的本领，并且制造了各种不同形状和长度的管子。经过无数次的尝试和失败，终于制成了一架能够接收雷电发射的电磁波的仪器——雷电指示器在这之后，他又制成“金属检波器”，可以用来接收人工发射的电磁波。在一次全俄理化协会的会议上，他当众演示了这种仪器。这一次，他把振荡器放置在250米以外的另一座大楼里，由一位助手用拍电报的电键控制电磁波的发射，而接收器上安装了一台莫尔斯电报接收机，它收到信号后，便在纸带上打出相应的点和划。当会议主席根据收到的信号译出了电文“亨利·赫兹”时，到会的全体成员先是惊讶，继而欢

呼雀跃。这就是世界上拍发最早的无线电报。

与波波夫同时，意大利工程师马可尼也在研究无线电通信设备。的家庭。由于母亲是个外国后裔，马可尼经常随母亲游历异国他乡。据说他先后 7 次横渡大西洋。在漂洋过海的旅途生活中，旅客要想和亲友通信，靠当时的有线电报是不可能的。幼小的马可尼便在心中萌发了一种欲望：如果不用电线就能使远隔千里的两地迅速地互通信息，那该多方便啊！

当时，无线电波刚刚发现，老师演示的赫兹实验像磁石一样紧紧地吸引着马可尼。他想，电磁波既然能在毫无联系的空间，从赫兹振子飞到谐振器上，那么能不能让它携带人们的信息越过田野、城市，越过一个国度、一个大陆，甚至飞过大洋呢？他决心把电磁波从实验室里搬出来，用它来完成传送电报的任务，造福人类。

1895 年，年仅 21 岁的马可尼根据赫兹的理论和自己所学的科学知识，反复进行无线电波远距离传播的实验。开始时几十米，为了加大距离，有一次，他在花园的两个墙角分别竖起了两根竹竿，用铜线联起来作为天线。这恐怕是世界上第一根天线了。天线可以吸收更多的无线电波，以便把传递信号的距离增大。他把一条天线连在感应圈上，作为发报机，另一条天线则连着自制的金属检波器，用作收报机。凭着这套简陋的设备，他居然收到了 140 米以外发出的无线电信号。为了进一步增加通信距离，他想改进试验设备，但一时找不到妙法。一天深夜，他因反复思索难以入睡，便顺手推开了窗户，这天月亮格外皎洁，月光洒满大地。马可尼看着月光，猛然醒悟到：无线电波和光波一样都是电磁波，月光从高空照射下来，能够照亮一大片地区，如果把天线弄得高一些，是不是……偶然的启示给他打开了一个“柳暗花明”的境界。他不断地加高天线，不断地进行试验，通信距离果然增大到 2000 米以外。他欣喜若狂，立即给本国政府写信要求资助，以便迅速投入使用，但是却遭到冷遇。他只好带着自己的无线电报机来到了英国。英国是当时舰船和海岸通信最有潜力的国家。马可尼向英国政府申请无线电报设备的专利，并立刻受到英国政府的重视。他进行的一系列试验都取得了成功。比如：他使无线电波顺利地越过了 12 海里水路，又用 50 米高的天线，在人类历史上第一次实现了横跨英吉利海峡的无线电报通信。马可尼并没有就此停止不前，他的理想是征服大西洋。科学的道路总是不平坦的，当他打算把无线电信号送过大西洋这一设想在一家科学杂志上发表后，立即引起了科学界的轰动，然而更多的是冷嘲热讽。当时，一位著名的大学教授就曾以他那权威的口吻断言：“向地球的远方发射电磁波是完全不可能的。”他认为，地球的表面是弧形的，电磁波则是直线传播的，它至多能达到与地面弧线相切的范围之内。地球另一面的人是如何也接收不到的。其实这种观点是错误的。无线电波有两条途径可以达到直视距离以外的远方：

地球是个导体，无线电波有个特性，它可以沿着导体表面，随着表面的起伏向前“爬行”。通过这条途径，波长较长的无线电波可以传到很远的地方。

还有另一条途径。大气的高层叫做“电离层”，从地面传来的无线电波会被电离层反射，回到地球表面。波长较短的无线电波可以这样“跳跃”着传到地球的另一个角落。虽然这两个奥秘当时还没被人们发现，但马可尼坚信科学实验能够探索真理。

为此，马可尼发愤工作，又制造出一个强大的振荡器和一个高灵敏度的接收机，并亲自到大洋彼岸加拿大的纽芬兰，同他在英国的助手做横跨大西洋的无线电报通信试验这天，马可尼坐在一座小山的钟楼里，静候他的助手从大西洋的另一端发来的无线电信号。不巧，这时突然狂风大作，大风把无线电报机的天线刮断了。糟糕！眼看联络的时间就要到了，怎么办？机智的马可尼突然灵机一动想到了风筝，对，就用它！他立即弄来了风筝，上面连着细铜丝，迎风把它放到 400 米左右的高空当作天线。“嘀嗒”、“嘀嗒”、“嘀嗒”，他听到了三声微弱的信号，这是对方拍发的无线电报，它是跨越 3700 多公里的大西洋飞过来的呀！“成功了！成功了！”他高声喊道。马可尼真有说不出的快乐。人类的洲际无线电通信成功了。

从此，无线电通信就一日千里地发展起来了。

### 三、随着电波去旅行

自从人类发现电磁波，人工产生无线电波并把它应用到通信上来，到如今，已有近百年的历史。在这期间，无线电通信技术已经取得了惊人的成就，人们利用无线电波进行广播、电视、无线电导航、移动无线电通信等 50 多种不同的工作。其中移动通信，包括手持无线电话（即人们常说的“大哥大”）、汽车电话、无绳电话、便携无线电传机等，广泛应用在航海、航空、铁路、公路、宇航等许多领域。你一定想知道移动无线通信是怎样把声音、文字、电码等信号变成无线电波，让它们在空中遨游，人们又是怎样收到这些信号，使它们还原成声音、文字、电码的吧？那么，就让我们随着电波去做一次旅行，看看它到底是怎样工作的吧！

## 产生电波的机器

我们都知道，利用电磁振荡可以产生无线电波。波波夫发明无线电报机的时候，就是利用了赫兹振子的电磁振荡。今天，随着无线电通信技术的发展，各种器件和技术不断更新，但终究还是要有个机器来产生电波。它就是发射机。发射机能产生频率很高的振荡电流，能在空中激发无线电波。频率低了是不行的，那样发射电波的效率太低怎样产生电流呢？法拉弟抽动磁铁的办法肯定产生不了高频电流，因为那种办法太慢。要使线圈中的电荷快速改变奔跑的方向，产生高频电流，最简单的方法就是让电荷“荡秋千”。

电荷怎么会荡秋千呢？会的，但是必须有特殊的“秋千架”。人们把发射机中的“秋千架”叫做“振荡电路”。早期的发射机中，振荡电路是由电容器和电感线圈组成的。电容器是一种贮存电荷的器件，是由中间隔开，并排放在一起的两块金属板组成的。电感线圈是贮存磁场的器件，它有个怪脾气，就是惯性。当线圈中的电流增加时，线圈要阻碍电流增加；当线圈中的电流减小时，它又要阻碍电流减小。我们把线圈的两端分别接到电容器的两块极板上，就构成了“电子秋千”。

和法拉弟做的实验一样，变化的电流一定会产生变化的磁场，因此线圈的磁场先是强起来，然后弱下去。

这种变化的磁场又引起了感应电流。就这样在振荡回路中，电场和磁场交替地变化着，这种变化进行得非常快，每秒几十万次、几百万次以至几千万次以上。人们把电荷这种来回不停奔跑的现象称为电磁振荡。每秒钟电荷奔跑的次数越多，就是振荡的频率越高。如果我们给这些来回奔跑的小伙伴们画个像，它们恰是一个正弦波。这正是我们所需要的无线电波。

无线电波的频率是与振荡电路密切相关的，只要选择不同的电感和电容，就会得到不同频率的无线电波。所以，人们在设计制造收发信机时，曾把电容器做成可变的，只要转动可变电容器的旋钮，改变它的电容量，就能自由地改变收发信机的频率了。

在实际应用中，特别是由于现代移动通信的发展，人们对发射机频率稳定度的要求越来越高。频率稍有偏差，就可能中断通信联络。采用石英晶体振荡器，可以获得高度稳定的振荡频率。

在BP机中，通常只用一个频率，它的振荡器只有一块晶体。而汽车电话系统采用的是多频道共用技术，就是说无线电话用户的频道是可以选择并且是公用的，一个晶体振荡器中带有多个晶体和一个频道转换开关，需要时，可由人工或自动选择所需频率，就像看电视时选择节目一样。有的多频道发射机，每个频道都有各自独立的振荡器，这些振荡器可以固定在发射机内部，也可以做成插件式的，改变频道时只要更换一块插件板就可以了。

## 让信息插上翅膀

晶体振荡器产生的是正弦波，本身不携带任何信息。如果只把一个高频正弦波发射到天空去，对方收到这种电波，只知道你的发射机在工作，但不知道你要说什么，这样做是没有多大意义的。

能不能把音频信号放大后，让它成为无线电波发射出去呢？我们知道，音频信号的频率在 16 ~ 20000 赫兹之间，频率这样低的电流，其辐射能力很低，根本无法发射有用的音频信号发射不出去，能发射的高频电波又不携带任何信息，怎么办呢？

为解决这个难题，人们想到了货物的运输。要把不会移动的货物运往远方，只要找一种运输工具，让它载着货物跑路就行了。音频信号好比是货物，高频电波就是飞机，让声音插上高频电波的翅膀，飞向远方，不就达到目的了吗？

如何让音频信号插上高频电波的翅膀呢？这就需要进行“调制”了。所谓调制就是用音频信号来控制高频电波最早发展起来的调制方式，是使高频电波的振幅随着音频信号的变化而变化，这种调制方式叫做“调幅”。这项工作是由调制器中一种具有特殊性能的元件——晶体管完成的。音频信号控制着晶体管的输出，使得高频电波的幅度随着音频信号变化。

移动电话机的位置在不断改变，电波的传播条件也在迅速变化，这使得接收到信号的幅度经常发生急剧变化。调幅波抗干扰和抗衰落能力差，所以现在移动无线通信系统大部分采用另外一种调制方式——调频。它使高频电波的频率随着音频信号变化。可以用音频信号改变“变容二极管”的电容量，来改变振荡的频率，达到调频的目的。调频波的振幅保持不变，而频率却随着音频信号变化。

经过调制以后，高、低频信号奇妙地合成了一个统一体，音频信号插上了高频电波这一有力的翅膀，然后被送到下一级——倍频器。

为什么要用倍频器呢？

移动通信的工作频率是很高的，而振荡器产生的高频振荡，频率仍然偏低，因此，调制后的信号还要经过倍频器，使频率增加到原来的 2 倍、4 倍或者 8 倍，才能达到发射频率。不过倍频次数不能太多，因为倍频器不但使有用的信号倍频，同时还会产生一些无用的杂波和噪声，它们一起通过天线辐射到空间，会产生信号失真。倍频后的高频信号又被送到功率放大器加以放大。

为什么要进行功率放大呢？

因为发射机的输出功率与通信距离密切相关。发射机的输出功率越大，通过天线辐射出去的能量就越大，通信距离就越远。不过发射功率也不是越大越好，这要取决于通信用途和通信范围。

一般对讲机的发射功率只有 1 瓦左右，通信距离不过 2 公里上下，便于个人或小船携带使用。无线寻呼机（BP 机）的通信范围限于一个城市，寻呼台的发射机输出功率通常为 100 瓦。而汽车电话的基地台和远洋船舶的发射台，为了能进行远距离甚至全球通信，发射功率较大，一般在 800 ~ 2000 瓦无线电发射机有好几级放大电路，每经过一级，功率都要增加，到最末一级时就能达到发射功率的要求了。

## 电波升空的“发射架”

为了使声音、电码等信号插上高频电波的翅膀，到空中去自由飞翔，还必须给它安排一个升空的“发射架”。因此，人们筑起了高高的铁塔，有的还在高层楼顶安装铁架，把各种各样的金属导体放到塔尖，指向天空，这就是“天线”

对于天线，我们都很熟悉。同学们可能看到过各种各样的天线，比如：可伸缩的拉杆天线；号称地球的耳朵，像大铁锅一样的抛物面无线；横卧在空中的 T 型天线等等。就拿我们身边的半导体收音机来说吧，它上面就有一根可以伸缩的天线。电视机更离不开天线。要想得到清晰的图像，不但要调整天线的长度，还要调整它的方向，最好的方法还是把天线放到楼顶上去，大家使用公共天线。公共天线能很好地接收各个频道的节目，使大家都能看到满意的图像。在移动无线通信中，天线同样是一个重要的组成部分，它既是高频电波升空的“发射架”，又是伸向天空捕捉电波的“触角”

在电磁波发现的初期，人们没有看到它的实用价值，因为那个时候电磁波传播的距离很短。为了实现通信的目的，俄国科学家波波夫和他的助手们做了很多尝试。在一次实验中，他们偶然地移动了一下桌子，振荡电路碰到了一根导线上，没想到这时接收机收到的信号变大了，这是怎么回事？难道是这根导线在起作用？于是，他们干脆就用一根半米长的导线接在接收机上。果然，不管你怎样移动桌子都可以收到较强的信号。

意外的发现，使人们看到了一条简单导线的本领。几天后，他们又把接收机搬到郊外丛林里，进行更远距离的接收试验。但这回接收器却收不到信号了。这是什么原因呢？波波夫又想到了导线的作用，他用一根更长的铜线，一头接在接收机上，另一头挂在树梢上，让它像渔夫的钓钩一样来钓取电磁波。这下好了，接收机重又收到了电磁波，接收信号的距离扩大到 80 米。

收信号时要使用天线，发信号时能不能也用它呢？波波夫又进行了试验，他把一根 2 米长的垂直铜线，固定在发信机上，果然大大改善了发射效果。有了天线，波波夫的信号传得更远了。

从此以后，“无线电”走出了实验室，进入实际使用阶段。天线呢，总是与收发信机形影不离。

是不是天线越长，辐射电波的能力就越强呢？不是。只有当天线的长度是电波波长的  $1/2$  或者  $1/4$  时，效率才是最佳的。过去越洋通信用的长波电台，因为波长长，天线都做得十分庞大，而移动天线通信因为用的是超短波，波长很短，只要很短的天线，就可得到较好的收发信效果。

要改进天线的效果，还要在方向上想办法！

我们都有这样的经验，打开房间里的吊灯，整个房间都会照亮；如果打开一只手电筒，就只会照亮一小块地方。这说明吊灯的光没有方向性，而手电筒的光具有很强的方向性。如果你把跟吊灯同等瓦数的灯泡装在手电筒上，它所产生的亮度肯定要比吊灯亮得多。

这个道理也被用在了天线上。如果天线发出的能量都集中在一个狭窄的波束里，通信距离不是可以大大增加了吗？再说，这样做的结果，波束以外的接收机就接收不到你的信号了，所以又增加了通信的保密性。实际

上，各种天线都有一定的方向性，有时候我们需要加强天线的方向性，有时候又需要减弱天线的方向性。

下面我们就来看看各种类型的天线早期的天线只是一根普通的导线，如果不挂在树上或房子上，它就只能趴在地面，这就使天线的效率大大降低。于是人们把导线做成硬的，使它不用扶持就能直立。这种直立的天线叫做鞭状天线。

我们已经知道，天线长度为  $1/2$  或  $1/4$  波长时效果最佳，一般移动通信使用的频率较高，电波波长较短，所以它的天线只要 1 米左右就行了。为了携带方便，同时也使天线的高度可以调节，一般移动式的鞭状天线总是做成一节一节的，也可以用柔软的弹性金属制作。鞭状天线可以向四周发射电波，就好像一根直立的日光灯管，四面八方都可照亮一样。这种鞭状天线离地面很近，它发射的电波总是贴着地面跑，几乎没有射向天空的电波。这正好符合手持无线话机和车载电话的需要。“大哥大”的天线就是鞭状天线，汽车电话也常用鞭状天线。鞭状天线还安装在坦克以及肩背式军用电台上。

鞭状天线附加地线后就变了布朗天线。也可以将布朗天线的地线联在磁铁做的底座上，然后吸附在汽车金属顶盖上。这种天线装卸方便，又不损坏车顶，受到人们的欢迎把一条导线水平地系在两个杆子之间，再用另一条竖直导线把水平线的中点和收发信机连起来，这就是一条 T 型天线。水平导线好像是天线的两臂，增强了天线对电磁波的辐射和接收作用。它的效率比鞭状天线高一些，一般在固定的发射台使用。

还有一种最简单，也是最早期的天线，它只要把一根软导线搭到树枝上就行了。这种天线既不站着，也不躺着，我们把它叫斜天线。斜天线发射和接收电波最强的方向，恰好是导线背向的方向。所以你若拉一根斜天线，以提高收听效果，一定注意导线顶端的指向要与发射机的方向相反。

手持无线电话和汽车电话都处于运动状态，位置不确定，因此，无线电话局的电台和汽车电话基地台的天线都不能具有方向性。铁路上的无线调度台需要和沿线列车联系，因此，它的天线应该覆盖铁路线，而不必考虑远离铁路的区域。高速公路上的通信也有类似的情况。这时可以采用八木天线。八木天线是一种较常见的定向天线，它的中间是一个用铜管弯成的扁平环，叫做折合振子。振子的长度等于半个波长，它的发射和接收方向与扁平环的长边垂直，也就是在与长边垂直的正反两个方向都能发射和接收。在折合振子前后加上一些与它平行的铜管，可以使它的方向性更好。

还有一种方向性更好的庞大天线，叫做抛物面天线，它的形状像个大铁锅，昂首面对高空。为什么要做成这个样子呢？这是受到了手电筒的启发。仔细观察手电筒的头部，你会看到，它是由一个弯曲的反光镜和一个小灯泡组成的。灯泡发光时，射向四面八方的光经过反光镜会聚后成为一束强光，在夜间照亮更远处的东西。抛物面天线就是利用这个道理，把发射机送来的信号经抛物面反射后，变成窄窄的一束发射到空中。这种大型的定向天线常用于卫星通信地面站。

抛物面天线还有自动跟踪功能。虽说通信卫星相对于地球表面是静止的，由于各种因素的影响，有时也会出现微小的移动。这在技术上叫做“漂移”。要保证天线时刻瞄准高空中的通信卫星，必须要求大铁锅式的定向天线具备自动跟踪功能。就是说，如果卫星向东移动一些，天线也要跟着

向东移动，如果卫星向西漂移，天线也马上跟着移动。

## 电波旅行的途径

无线电波从天线出发，开始了自己的旅行。它们兵分路：一路沿着崎岖不平的地面——地波；一路在天地之间跳跃前进——天波；另一路在大气层中只走直路勇往直前——空间波。

鞭状天线发射出的电波就是沿着地面走的。地球是个导体，具有引导无线电波传播的能力。它们翻山越岭，有时遇到苍松叠翠的群山，有时又会碰上巍然矗立的建筑，地波都能越过它们，以光一样的速度继续自己的旅途。但是它们的耐力较差，有的跑上几分之一秒已经“累”得不行了，有的跑过万分之一秒就耗尽了自已的“体力”，倒下去再也跑不动了。为什么电波在奔跑时也会“疲劳”呢？我们知道，地球是个导体，但并不是理想的导体。地波传播时在地球表面产生感应电流，将一部分能量消耗在地球表面。再说地面上的地形是很复杂的，有平地、高山、湖泊等等，它们对待电波的态度是不同的。如果电波经过的是干燥的土地，这种地面就会像海绵吸水一样吞吃着电波。如果是潮湿的土地，电波会损失得小一些。正像人在长跑中要消耗体力一样，无线电波在奔跑中也不断消耗体力，越走越弱，直到消耗完为止说起来地波的命运竟跟它的身长密切相关哩。不同“身长”的电波具有不同的脾气，在奔跑的旅途中，就有不同的命运。所谓“身长”实际上就是电波的波长超长波和长波具有较强的绕射本领，它们在地面上进行远距离赛跑时，可以迈开“长腿”，轻而易举地翻山越岭，跨过任何障碍，把人们所需的信息送到很远的地方。如果让地波沿着海面传播，由于海水的导电性能很好，“体力”消耗要少得多。所以人们用长波做远距离导航和越洋通信但是发射这种长波需要很大的能量，所以发射台和天线的体积和重量都很大，用作移动通信看来是不合适的短波只会向前直闯，沿地面跑时，没有多远就消失得无影无踪了，不可能作远距离传输，但它却能跳跃式地传播到很远的地方。

说起来还有一个有趣的故事呢在无线电通信发展的早期，人们认为短波的传播距离近，没有什么使用价值，把它送给业余无线电爱好者使用有一年，罗马郊外的一个小镇失了大火，烧坏了通往罗马城里的电话线路，看来已经没有希望请求城里的消防队来救援了。说来也巧，这个小镇有一个业余无线电爱好者，他用自制的短波无线电台向空中发出了紧急呼救信号。奇怪的是电波传到了北欧丹麦的哥本哈根，而近在咫尺的罗马城却没有收到这个信号。哥本哈根的人意外地收到这个呼救信号后，立刻用有线电报告诉罗马，请他们火速派消防队前去救援，最后总算把大火扑灭了。

这个现象引起了人们的惊讶和重视。什么原因呢？经过研究，人们找到了天波传播的独特规律声音碰到房屋或高山，会反射回来形成回音，光照射到镜面时也会发生反射。无线电波也有这种反射的本领。可是天空中除了云层，四周都空空荡荡，是否存在反射无线电波的物质呢？人们发现，大气高空层中的确存在着反射体——电离层，无线电波依靠它的反射能够回到地面。人们把经由电离层反射到地面的无线电波称为“天波”

那么电离层是怎么回事呢？

谁都知道，包着地球的是厚厚的大气层，大气本来不带电，但是大气高空层由于受到太阳光中紫外线的照射，会产生大量的电子和离子，这种现象叫做“电离”。电离了的空气层，就叫“电离层”。

由于大气层受太阳照射的程度随高度、季节、昼夜变化以及不同纬度而各异，因此电离层上下各部分的电离程度也是不同的。一般说来，越接近地面，电离程度越弱，高空的电离程度则较强。电离层有一种古怪的脾气：它能吸收电波。波长愈长的电波愈容易被“吃掉”。当然多少总有一部分电波虎口余生地逃出来，这就是被反射回来的天波难怪，我们在中午很难收听到远处的长波、中波电台，原来是烈日当空，连接近地面的大气层也强烈地电离了，它把长波和中波大口大口地“吞没”掉了。可是太阳下山后，特别是在深夜，收音机里的电台好像多了起来，这是因为夜间离地面较近的电离层逐渐消失，远处电台的电波能被反射到地面的缘故。

短波有着与众不同的性格，它不容易被电离层吃掉，可以被电离层反射。从天空反射回来之后，又像皮球一样从地面跳起。这样几次反射弹跳之后就把信号传送到遥远的地方了。电力不大的短波电台，正是由于这个缘故，才能传到比长波远得多的地方。

短波在传播中还有一个有趣的现象，那就是存在着“静区”，也称“死区”，就是说离发射机很近和很远的地方可以收到信号，偏偏在不远不近的地方却什么信号也收不到。这是为什么呢？从图中我们可以看到，静区是地波跑不到，天波又跑过头的地方，所以收不到信号。

从罗马城郊发出的求救信号，用的是短波，所以哥本哈根听到了，而罗马却没听见。

从短波的传播特性来看，只要选择合适的波长，即使是发射功率很小的电台，也有可能通达很远的地方，因而它的设备简单，灵活机动。在第二次世界大战中，报务员只要携带一部小小的无线电台，就可以深入敌后，随时与远方的总部联络，报告敌情，给敌人以有力的打击。他们用的都是短波电台。短波电台还用于海上航行的船只进行远距离的移动通信。

但是使用短波有利也有弊。既然电离层随着季节、昼夜和地理环境的不断变化而有改变，短波信号往往从不同高度的电离层，通过不同的传播途径反射回来，所以接收到的信号，也会随着这些变化而时强时弱。接收信号的强度像潮水般地时涨时落现象叫做“衰落”。

短波通信的稳定性和可靠性较差，它受季节、昼夜变化影响大。当太阳发生磁爆时，电离层极不稳定，有时甚至会使通信完全中断。所以现代移动通信已经不用短波了。

我们再来看看超短波，它的命运如何呢？超短波的波长在1米和10米之间，它在地面上行走时损耗很大，传不了多远就消耗完了。如往天上走，它会穿出电离层，永不回到地球上来。它的绕射本领不强，且不说大山，就是房子也会把它挡住。我们居住的大地是球形的，严格地说，两点之间总是弯曲的。超短波既然连一幢房子都越不过去，因此只能利用它在地球上互相看得见的两点之间进行通信，也就是“视距通信”。手持无线电话、汽车电话等，使用的就是超短波。既然超短波只能沿直线传播，为什么我们在室内、大楼后面那些看不见对方的地方，也能使用无线电话呢？原来超短波很容易被反射，我们使用无线电话时接收的电磁波通常不是由对方天线直接发射出来的，而是经过许多障碍物的反射后才到达我们的接收天线的。反射的时候总有能量损失，这就是为什么无线电话在大楼后面、立交桥下声音变小的原因还有别的问题。反射电磁波的建筑物和地面都不是光滑的，总有岩石、杂草和树木，电波行进在这种区域时，会产生散射现

象。这也使得电波能量有所损失。再说，移动通信的电波主要在大气层靠近地面的对流层中传播，它随着气流、温度的变化而变化。还有，移动电话随着汽车或使用人在不停地运动，这样，周围的建筑物的相对位置在不断变化，这使得到达接收机的无线电信号在短时间内就有很大的起伏，这种现象叫做“快衰落”。它对移动通信的影响很大。接收无线电波时，不仅仅有直接来自发射天线的无线电波，而且还有来自不同建筑物的反射波，这些直射波和反射波的总合才是无线电话接收到的电波。

无线电波传播时，还会受到各种干扰。它不但受到雷电和太阳射电的干扰，还受到许多人为噪声的干扰。比如，工厂的高频电炉、高频热处理设备以及汽车内燃机点火时的杂波等干扰，轻则使得通信质量下降，重则可使通信中断。看来无线电波的旅途真坎坷，要到达目的地还真不容易呀微波又怎样呢？

微波的波长小于1米。它的传播道路同样是径直向前，属于视距传播。虽然它翻障碍的能力更差，但它反跳能力很强，一遇到阻挡物就要被反射回来，就像我们拿小镜子对着太阳，照在镜子上的太阳光被镜面反射一样。如果用它进行地面上的移动通信，让它在曲曲弯弯的街道上行走，那肯定是到处碰壁，通信非常困难。但让它做点对点的通信则有很好的效果。于是人们在相距几十公里的高山上建起了一连串的“微波中继站”，就像古代的烽火台一样，每个站都把上一个中继站的信号接收下来，加以放大，再传送给下一个中继站。这些微波站所用的天线就是锅底一样的“抛物面天线”。还有通信卫星，它“站得高，看得远”，能同时“看”见地球表面1/3的地方。人们把微波信号用抛物面天线送上卫星，再由卫星送到地球的每一个角落。中央电视台就是通过微波接力和通信卫星这样两个途径，把节目送到祖国各地的。

通信卫星广泛用于远距离通信。移动电话用无线电波和基地台取得了联系，基地台又把你的信号送到卫星地面站，这样，无论你走到哪里，只要手持大哥大电话，全球通信就在你的手中了。

## 捕捉电波的能手

声音进入发射机，又从天线里飞出来，就已经变成无线电波了。要想听到这种变了样的声音，就必须用一只特殊的“耳朵”，让它来听无线电波，再告诉我们电波传送了什么信息。我们还必须让这只耳朵长出触角来捕捉电波，这个能干的耳朵就是无线电接收机。

高频电波在空中旅行时，会不时地遇到一根根接收天线，那就是接收机伸向天空的“触角”，是专为“捕捉”无线电波而设置的。高频电波这个无形的信使，最先受到它的迎接，而且，只要电波一接触天线，就会立即在天线里激起电磁振荡，这种电磁振荡的频率与电台发射的高频电波的频率是完全一样的。

我们都有这样的经验，在一个喧闹的摇滚乐舞厅里，你要听清某一个人的讲话是很困难的，这是因为耳朵没有选择的余地。可以说，人耳的大门是敞开的，所有的声音都无例外地钻了进去。

接收机这个特殊的“耳朵”能不能这样敞开大门呢？世界上有数不清的无线电台，它们都向空中发出各种不同频率的电波，无形的信使都会来叩你的大门。如果不加选择地把它们都接进屋里，那么除了一片嘈杂的吵闹声外，谁的声音也听不清。所以，我们必须设法将众多的信使拒之门外，只把给你送信的人接进来。这件工作就得靠接收机里的谐振器来完成了。

谐振器也就是接收机的输入回路，它是由电容器和电感线圈组成的谐振电路，它能跟所需要的高频电波发生谐振，也叫共振，从而把有用的电波挑选出来。那么什么叫共振呢？我们可以从一次震惊世界的足球惨案中得到启发。

1992年5月5日，在法国科西嘉岛，距巴斯蒂亚市7公里的菲里阿尼体育场，正要举行法国足协杯半决赛。为了让更多的球迷一睹精彩赛事，主办者在拥有9800个固定席位的体育场上，又修建了30米高的临时看台，场内可容纳18000名观众。

晚上20时20分，球员即将入场，看台上座无虚席，赛前气氛如火如荼，有数百人爬上临时看台的支架，更多的球迷在看台上顿足跳跃，摇旗呐喊。突然，临时看台发生了剧烈的震动，并且开始倒塌，最后五六排像电影中的慢镜头一样，最先下陷，那情景就像被推倒的多米诺骨牌。许多球迷还没有反应过来，就已从30米高的看台上摔落下来……

看台倒塌时发出巨响，沸腾的赛场一下子被这突发的恐怖场面吓得死一般地寂静。接着，场内哭声四起，人们纷纷涌进绿茵场寻找出口。这一惨案造成14人死亡，1300人受伤。菲里阿尼体育场的惨案震撼了法国，震动了全世界。

什么原因造成这次惨案呢？据说，灾难发生前，一位工作人员曾经报告，发现临时看台振动严重，当局也曾通过广播要求人们不要用力顿足，但是震耳欲聋的叫喊声淹没了广播声，结果，球迷的振动频率与看台的固有频率合拍，使振动的幅度越来越大，以致超过了看台承受能力，最终导致惨案的发生。

这件事情说明，当外力的频率与物体固有频率一致时，不但可以使这个物体振动起来，而且振动得非常厉害。这种现象叫“共振”。

接收机的输入回路，就是利用这种“共振”原理做成的。不过习惯上

把它叫做“谐振”。接收机里，从天线来的高频电流，首先进入谐振回路，如果它的频率和谐振回路的固有频率相等，就会使回路产生较强的电振荡。通过这个回路我们把受欢迎的“信使”迎进了屋，而其它频率的高频电流，因为与回路固有频率不同，不能使回路随自己振荡，因此被拒之门外。

在接收天线上收到的无线电高频信号是很微弱的，一般只有几十毫伏，甚至几个微伏。让它通过喇叭变成声波传到人的耳朵，还需要放大几百万倍才行。

放大以后的高频信号还不能变成声音，因为它只是一种运载工具，我们还要把它所运载的音频信号“卸”下来。就好像飞机到达目的地以后，要卸下货物一样。接收机的这项工作叫做“解调”，也就是把高频电信号还原成话音电信号。接收机从调幅高频信号中检出音频信号的过程叫检波；而把调频信号还原成音频信号的过程叫“鉴频”。解调后的音频信号比较弱，要使耳机发出响亮的声音，还必须放大。放大后的话音信号送到耳机中，耳机就会发出相应的声波，传到人们的耳朵里，我们就可以听到来自千里之外的声音了。

## 拥挤的空间

1909年1月23日清晨5时30分，在美国东海岸外离安布罗斯灯标约280公里处，一艘15000吨的“共和”号轮船陷入了浓雾之中。不巧的是，共和号正好与向西驶往美洲的意大利轮船“佛罗里达”号相撞了，该船上有800名移民。“共和”号的无线电军官杰克马上用无线电发出了遇险信号。第一个到达出事地点的是“波罗的”号，它在第一次求救信号发出30分钟之后得知了这一消息，并以“共和”号的无线电信号为它在浓雾中导航。结果，两艘船上的1700条性命得救了。这件事使全世界都了解到无线电通信的重要性于是，无线电通信的应用很快就发展到各个领域，各种无线电台多了起来，空中的无线电波与日俱增。今天，各种广播电台、电视台、卫星通信地面站，雷达和多种多样的移动电话，都向空中发射各种频率、各种功率的无线电波。如果你有一双火眼金睛，能够看见电波的话，那你就会发现整个天空挤满了不同频率的无线电波，就好像在繁华的大街上挤满了汽车、电车、自行车和步行的人群一样熙熙攘攘，热闹非凡空间频率拥挤的现象，不光发生在现在，在早期的无线电通信中就出现过许多麻烦事。当时航海业已经非常发达，越来越多的船只安装了无线电台。因为每台无线电装置都需占用一段频率的无线电波，所以，如果两个船只的报务员之间的聊天占用了某段频率，那么，远在100公里以外的船只也不能再使用这段频率中的无线电波了。有时候，船只之间为了争夺电波的频率，甚至会通过无线电进行唇枪舌战。一时间，空中充满了一片叫骂声。

于是，在1906年，国际电信联盟首次召开大会，制定了国际无线电规则，以消除空间混乱的局面。以后，又通过国际协定，为各种不同用途分配了无线电频率。这就好像交通管理部门把马路划分成快车道、慢车道和人行道一样，无线电波也被分成不同的频段，也就是不同的频率范围，每一频段指配了几项通信业务。比如，长波段频率为30~300千赫，用于越洋通信及导航；短波段频率为3~30兆赫，用作远距离通信和广播；微波波段的频率是300兆赫至300千兆赫，用于电视、雷达、导航、卫星通信和移动通信等。在每个频段工作的无线电台，又都有各自的频率。比如移动通信的频段指定为70~900兆赫，其中又指定150兆赫和450兆赫为汽车电话使用。每个汽车电话又有专用的频率，这样每个电台只能在各自划定的频段中使用自己的专用频率，不能乱用，否则就会互相干扰。

## 四、频率的有效利用

争抢频道的现象使大家开始考虑如何合理使用频率资源，提高它的利用率。为此，人们采取了许多措施。

### 分苹果的启示

有一个苹果，要分给 2 个人吃，你可以毫不犹豫地一分两半，若分给 4 个人，可以再切一刀。照此办理，你能分出更多的份数，给更多的人吃，不过每个人吃到的就更少了。无线电通信也要占用一定的频率宽度，例如，一个广播电台，它的工作频率是 640 千赫，实际上它发射的无线电波的频率，并不总是正好 640 千赫，有时候比这个数值大些，有时候比这个数值小些。也就是说，电台占用的频率实际上是一个频带，或者说频段。为了在一定的频率范围内多容纳几个电台，发射时可以采取技术措施把频带宽度压缩，但这是以增大失真为代价的，也就是说，收到的声音和原来的声音不一样了。如果压缩得太厉害，失真就会大得使人听不懂对方说的话了。分苹果的时候，如果分的份数太多，每份就太小，没法吃了；一个频率范围如果容纳的电台太多，每个电台分到的频道就太窄，就不能保证通信质量了，这个道理和分苹果是一样的。

## 变成数字的语言

随着通信技术的不断发展，人们发明了数字通信，也就是用数字代表通信内容进行传输。这里的数字信号，可不是平常我们所用的1、2、3、4、5……这种十进制的数字，而是只有0和1的二进制数字。比如，22这个十进制数字，用二进制表示就是00010110。我们知道声音信号是连续的正弦波，这种波时刻模仿着声音，随着声音的变化而连续地变化，所以叫“模拟”信号。这种信号易受外界干扰，而且保密性差，人们把它接收下来，经过简单的处理，便可知道双方通话的内容。数字信号就像拍发电报时“嘀嘀嗒嗒”的电报信号，是不连续的电脉冲，它可以是计算机里的各种数据，也可以是语言或图像信息。传送数字信号所要求的条件要比传送模拟信号的条件低得多。此外，我们不但可以很方便地将数字化的语音信号加密，使别人听不懂，而且还可以在传输模拟信号的同时“见缝插针”地传输数字信号，这样就可以在一个频段同时传输两种信号了。

方法是这样的：人们在打电话时，通常在语句之间有许多停顿的地方，停顿的时候，可以把预备发送出去的数字信号抓紧时间送出一部分，然后再等待下一个停顿。数据传输时速度很快，说话的人觉察不到。还有一个更新的办法是，采用数字组的形式完全代替语音信号进行传输，这样可以充分利用频道，有效提高频道利用率，从而使用户数量大大增加。

还有没有其它方法来提高频率利用率呢？

我们已经知道，移动通信具有视距传播的特点，为了扩大基地台的电波覆盖区，通常把基地台的天线架得很高，一般有几十米至百余米，发信功率也很大，这样使得通信区域很广阔，移动电话只要在这个大区域内，无论任何位置都能收到基地台的信号。覆盖圈子虽然大了，但是一个圈子里的无线电频道数目有限，如果移动用户增多了，频道就不够用了。于是人们又在覆盖圈子的大小上动起脑筋来了。

既然无线电波不能传远，那就索性把发射机的功率也做得小一点，把大圈子划成若干小圈子，两个不相邻的小圈子可以同时使用相同的频率。这样，同一个频率可以重复使用多次。因此，在原来大圈子的范围内，可利用的频道数目就大大增加了。随着服务圈子内移动电话的增多，每个小圈子还可以继续划小，这不是又可以增加用户数量了吗？

## 看不见的带子

使用不同的定向天线，无线电波覆盖区的形状也就不同，如果覆盖区的形状设计合理，两部无线电话只要隔开一定的距离，即使使用同一个频率，也不会互相干扰。

当你从飞机上俯视地面的时候，一定会发现横卧田间的公路和笔直发亮的铁轨。可你却看不出，在这些公路和铁路的上空，还有一条条透明的纽带。这些看不见的带子就是列车无线通信和高速公路汽车通信的电波覆盖区。沿海船舶或内河上的小船，它们的无线电服务区，也都具有带子的形状在这种带状服务区里，为了防止互相干扰，一部无线电话只需重复使用两个频率就行了，也就是相邻小区频率不同，不相邻小区频率相同。基地台的天线选用方向性强的八木天线，就可以实现带状覆盖区。

## “蜂房”的作用

汽车移动电话和我们手中的“大哥大”，以及各种便携电话等，都在一个城市内使用，因此，这些移动电话的无线电波覆盖范围应该和这个城市的大小一致。要覆盖这么宽广的面积，采用什么形状的覆盖区好呢？

如果采用全向天线，小区采用圆形最为简单，但因小区彼此邻接，用圆形小区进行排列，必然会产生较大的空白或重叠。我们分别把正方形、菱形、三角形、正六边形等等，紧密地排列在平面上，使它们不产生空隙，也没有重叠。你会发现，只有正六边形、正方形和三角形可以做到这点。但是，全向天线的覆盖区是个圆，如果小区选用三角形的话，相邻两区之间重叠部分太大，正方形会好一些，重叠最小的还是正六边形所以，服务小区都采用正六边形的形状，各基地台的位置已经在图上标出来了。这样，只要对发射的无线电波的强度进行控制，使它限制在小区之内。同时，在相互毗邻的小区中，选用不同的频道进行通话，就可以避免干扰。不相邻的小区中可以使用相同的频率，所以频率可以重复使用，解决了频率资源不足的难题。

采用正六边形通信小区以后，整个服务区就像蜂窝一样，于是，蜂窝式无线电小区和蜂窝式移动电话由此得名随着汽车电话和大哥大数量的不断增加，蜂窝式移动电话的用户密度也在大幅度增长。但是，不同地区的用户密度是不一样的。城区的用户要比郊区多得多，所以城区的移动电话总是繁忙，频道不够用，也就是占“线”，而郊区的频道经常空闲。

怎样解决这种“苦乐不均”的现象呢？

可以改变“蜂房”的大小，也就是说，在用户密度高的地区，把每个正六边形蜂房，再划分成几个小区，这样增加了小区个数，不就可以增加用户数量了吗。

在城市中心，移动电话稠密的地区，缩小“蜂房”，分配较多的信道数，而在近郊区，用尺寸稍大的“蜂房”，远郊区的移动电话最少，可以用尺寸最大的“蜂房”，分配最少的信道数。这样既提高了频率的重复使用率，又不至于建立太多的基地台，造成浪费。这样，城市中心的服务小区小而密，郊区的小区大而疏。这种配置有一个好听的名字，叫做“梅花型小区”。读到这里，你也许会问，蜂窝式移动电话到底是怎样工作的？看看下面这张图，你就会明白了。

这是一个蜂窝式移动电话系统。从图上我们知道，整个服务区由许多“蜂房”组成。在每个蜂房的中心都设置一个无线基站，基站与移动电话交换局之间通过中继线相连，交换局又通过中继线与有线电话局以及长途电话局连接。在移动电话交换局中，有一台计算机控制的交换机，它负责对全部无线基站和移动电话进行监测和控制。当用户打开电话准备拨号时，移动电话局的程控交换机马上判定移动电话所在的地点，看它属于局内哪个“蜂房区”，然后，向移动电话分配一个所属区的空闲频率，用户就可以拨号通话了。行驶中的汽车，从一个“蜂房”运动到另一个“蜂房”时，如果车上的乘客正在通话，移动电话交换机能够发现这种情况，并能自动将他的电话转接到新的基地台所指定的空闲频率上。频率的转换是平滑的，用户不会感觉到这种变化。移动电话从一个小蜂房到另一个小蜂房的频道转换，叫做越区转换。由于蜂房区小，半径仅为几公里，这种

经常性的频道转换技术是蜂窝系统中特有的关键技术。

通话过程中，移动电话还可能从某个移动电话局所属的“蜂房”移动到另一个移动电话局所属的“蜂房”。甚至从一个城市移动到另一个城市。这种跨越电话局的移动通信方式，叫做无线漫游。

蜂窝式移动电话系统方便、可靠，得到了广泛的使用。我国的珠江三角洲和京、津、唐地区也引入了先进的蜂窝移动电话设备。可以说，蜂窝式移动电话是世界上拥有电话数量最多的移动通信系统。

## 统一指挥的百万大军

前面所讲的减小信道间隔，缩小蜂房尺寸以及频率复用等技术，目的都是提高频率的利用率。除此之外，我们还可以在通信效率上想办法。

在电影里同学们一定看到过警察手持无线话机与总部通话。城市中有重大集会时，也会看到交通警察手持无线话机与前方的岗位联系，疏导车辆。如果发生火灾，消防队员奔赴现场的同时，指挥员肯定要带上无线话机，以便及时与指挥中心联系，决定是否需要增援等。这些公安、消防、交通管理和救护等部门都各自建立了自己的基地台、控制中心和移动电台，向国家无线电管理委员会申请到少数几个频率，组成了各自的专用移动通信网。但是，这些部门一遇到重大活动，无线电频道非常拥挤，经常出现“占线”。再说，单是各部门所投入的设备、资金，就是个不小的浪费。

如果统一规划，将各部门的基地台和无线交换机集中使用，统一指挥，各部门只要建立自己的指令台和移动电台，就可以加入这统一指挥的百万大军了。这样，不仅可以共用频率和服务区，还可以共享通信业务。比如，发布一些共同关心的信息，如天气预报、报时、查号等。这就又为解决频率紧缺的问题，出了一个高招。

集群移动电话系统就是这样一个系统，它是新近开发的无线调度系统，人称“二哥大”。在集群通信系统中，大量的移动电台用户共用一组无线电信道。

“二哥大”和“大哥大”可不一样。“大哥大”的使用和普通电话的使用没有什么差别，“二哥大”则不同，它是一个调度台对多个无线话机的通信。以前最简单无线调度通信，使用一个共同的频率，当一个话机发出信号时，其余的话机只要开着，都能接收到，形成一人说话众人听的局面。后来发展为多信道，用户话机编号，无线电波除了载有通话信息外，还载有指定话机的编码，它只能打开编码相符的话机无线话机还有一个缺点，就是当你按下发话键，占用一对固定的信道进行通信时，在你通话的整个过程中，始终占用这对频率，这又造成了频率的浪费。前面已经说过，人们通话的过程中，有相当多的时间处于停顿、思考和等待对方回答的“暂停”时间，频率并非完全占用。集群系统有个特殊的功能：动态分配信道。

所谓动态分配信道，就是当你按下发话开关时，就占用一个空闲信道工作，而当你停顿时，请松开发话开关，这时基地台的控制器又可以将该信道再分配给另一个用户使用。等你再次按下发话键，继续你的谈话时，很可能已经换用另一个频道了。这样，每一个频率都在不间断地工作，提高了频率的利用率。

## 五、八仙过海各显神通

移动电话是多种多样、五花八门的。有神奇的“大哥大”，有带“犄角”的无线电话、寻呼找人的 BP 机、便携式传真机，还有汽车电话、船舶电话和航空电话等。这么多移动通信设备，各有各的用处，各有各的特点，真是八仙过海，各显神通。

### 神奇的“大哥大”

假如你有一部接收机，对方有一台发射机，双方调准在同一个频道上，你们就可以进行最简单的单方向通信联络了什么是频道和单方向通信呢？

我们前面已经多次提到“频道”。其实大家对这个词并不陌生，收看电视节目时，我们要选择节目的频道，如 2 频道、6 频道等等。这里所说的频道都占有一定的频率范围，不同的节目在不同的频率范围内播出。进行无线电通信时，同样要占用无线电频道，只不过它的宽度，也就是频带宽度，要比电视图像所用频道的宽度窄得多。无线电话中，“频道”的作用正相当于有线电话的电话线，话音信号就在频道中传送。

单方向通信，也叫单工通信，它是只能一方说，另一方听的通信。无线寻呼系统的通信方式就属于这一种实际上，打电话的时候，总是一方在说，另一方不时地插上几句，表示同意或提出问题与对方商量。这种一来一去的谈话，使用单工通信显然不行了。

要使通信的双方既能说又能听，就要求双方都配备收、发信机和送、受话器，还要有两个频道，一个是发信频道，另一个是接收频道。这样就能实现双方向通信，即双工通信了装在车、船、飞机和其它运输工具上的无线电台或装在人们衣袋里的电台，叫做移动台，或称移动电话，它们都能进行双方向通信。有了双工移动电话，还不能随意地和远方朋友通话，因为移动电话的功率和天线的高度都不可能太大，太大了携带起来非常不便，所以，它们的通信距离很短。为了解决这个问题，还需要一台具有较大发射功率、较高天线和一定控制功能的无线电台做为基地台，也叫基地站或者简称基台。它所发射的无线电波就像一把无形的大伞，能够覆盖一定范围，以便为覆盖区内的移动电话提供可靠的服务。一般基台安装在固定地点，由多个基台的覆盖区来组成全系统的服务区。

有了无线电服务区，就能与其他人任意通话了吗？还是不行。一部双工移动电话和另一部无线电话通信需要两个频道。那么，一部移动电话要与其它 100 部电话通信，就需要 200 个无线频道，这是办不到的。一部有线电话要与其它许多部电话机联系，也不能用电话线和它们一一连接起来呀！

如果你想随心所欲地通过移动电话和另一部电话机通话，那就还需要一部电话交换机。你的移动电话只和交换机取得联系，再由交换机去沟通你要找的人。有线电话局里也有交换机，而我们这里说的交换机是专为移动电话服务的，所以叫做移动电话交换机。它就像一位能够成人之美的“月下老人”。为人们穿针引线，使移动电话可以随时和任何一个被呼叫的用户建立联系。

下面，我们就来看一看“大哥大”的工作过程其实，用“大哥大”打电话，在使用方法上与普通电话完全一样。按一下“大哥大”上的一个按钮，电话就处于普通电话拿起听筒的状态，“大哥大”里的小发射机就把信号用无线电波发射出去了。基地台收到这个信号后，马上通知移动电话交换局，对这部移动电话进行位置登记，判定用户的级别。判断之后，控制器立刻为这部电话寻找一个空闲的话音频道，给出信号，由基地台用无线电波发射出去，通知“大哥大”可以拨号。如果没有空闲的频道，则发出占线信号。拨号时，“大哥大”的发射机将拨号的脉冲变成无线电波，发往基地，基台又与移动电话交换局联系。如果你所要的电话是个有线用户，移动局就会接通有线局的中继线，询问有线电话局有没有空闲的线路，若有，发送振铃信号，对方电话铃响。当然，移动电话、基台、移动电话交换局以及有线电话局的实际工作是十分复杂的，其中收发信机和控制电路都是微机控制的，整个交换过程，只用几秒钟就完成了。此外，交换机还有许多其它功能，例如，自动计费，为用户提供转移呼叫，三方通话，遇忙回叫，恶意追查等。当移动电话从一个无线电服务小区进入另一个小区时，移动电话交换机会自动命令通话中的移动台改换频道，以便马上与第二个小区的基台联系。频道转换是完全自动的，通话双方几乎没有感觉。

如果某个地区有重大活动，这个地区的移动用户会大大增加。例如1990年北京亚运会开幕式那天，体育场周围涌入了手持无线电话的各国的记者，会场工作人员之间也有大量无线电联系，甚至一些出租车也在使用无线电话。这样，体育馆附近的移动电话几乎饱和，如同马路上车辆阻塞一样，电话总是“占线”，谁也打不通。这种情况下，移动电话交换机就进行自动控制，禁止级别低的用户在这一地区使用，同时采用不固定分配频道技术，按电话使用量的多少增减各基台的无线频道，临时调用邻近基台的无线频道以保证这一地区移动电话的正常使用。

## 有“犄角”的电话

市场上有一种电话机，它的主机与电话线相接，和普通的有线电话一样，而副机却可以随身携带，从一个房间到另一个房间，或到附近的花园，进行 200 米以内的无线通信。副机就像个没有电话线牵连的话筒，不过头上长了个犄角——天线。副机的身上还有一些按键，打开它的肚子，里面不但有送、受话器、蜂鸣器，还有无线电发射机和蓄电池呢。主机的机身上也有这些玩艺儿。这种电话是移动通信大家族中的旁系子弟——叫无绳电话。

为什么无绳电话属于旁系呢？实际上，它是带有无线功能的普通电话。因为话机的一部分不带电话线，可以随意移动，所以叫无绳电话。

我们经常遇到这种情况：家里装有一部电话，你在隔壁的房间里做作业，或者看电视，也可能在院子里玩。突然电话铃响了，你必须迅速冲到屋里去接电话，否则对方会认为家里没人而挂机。有时候，等你百米冲刺般地跑到电话机前，抓起听筒，那边已经把电话挂上了，叫你好不懊恼。有了无绳电话，你就可以随身带着手机进行无线通信了。

无绳话机的机身相当于移动电话中的基台，一般放在固定地点，与电话线相连。当手机与机身放在一起时，手机内部的蓄电池接受机身送来的电流进行充电，这时整个无绳电话与普通电话没有两样。一旦手机从机身上取下，它们双方的内部收发信机就自动开始工作，监视对方发出的电波。无绳电话的老前辈，第一代无绳电话，每个主机只有一部手机，只有一个固定的频率，持手机的人，只能向外拨电话，不能接电话，而且使用的是模拟无线电信号，话音质量很差。它还有一个大缺点：如果隔壁的邻居也有一部无绳电话，使用相同的频率，那么你的隐私就能被人听到。如果附近有一台无线电接收机，你的私人电话就像广播电台播送的节目一样，向大家公开了。

现在的无绳电话已经大大改进了。机身和手机之间传输的是数字信号，这样就可以进行话音加密，防止窃听；一部机身还可以跟好几部手机进行通话；不光能够打出，而且还能够打入。它还备有好几个信道，不会因邻居家的无绳电话占用了频道而影响你的使用。

新型的无绳电话不仅用于家庭和办公室，人们把它放在防风雨的密封盒内，设置在火车站、飞机场、地铁站、公园以及大型商店里，做为无线控制的公用电话使用。当你怀揣手机外出时，如果要给某人打电话，只要找到最近的公共无绳电话点，打开手机，按动开关，手机中的发信机就自动扫描所有的可用信道，选择一个空闲的最佳信道，发出无线电波。公共电话点装配的是无绳电话的主机，它的收信机收到电波后，也打开发信机，形成手机与主机之间的双向通道，你就可以按入个人识别码，或插入磁卡，向外拨号了。这时，公共电话点中的计算机监视和控制手机通话的状态，按照你所按入的个人识别码或磁卡标识，确认你是否可以使用。它还能够记录管理和计费入帐。

无绳话机售价便宜，通话费用和普通电话一样。它不但能当作普通电话使用，而且还可以移动，有时甚至还有过区转换和漫游功能，因此受到了人们的青睐。但是，这是否意味着它能代替蜂窝式移动电话呢？不能。无绳电话的通信距离只有几百米，所以，只适合于办公室、家庭或小范围

的移动人员使用。

## BP 机

当你走在大街上或者乘坐公共汽车的时候，常会听见“嘀嘀……嘀嘀……”一阵悦耳的蜂鸣声。是什么在响？有人管它叫“电蚰蚰”。实际上，这是一种无线电找人工具——无线寻呼机。不知是因为它的振铃声接近于“B—，B—”的声音，还是因为它的绰号是 Bell Boy 也就是“带铃的仆人”，大家都管它叫 BB 机。在我国，许多人把它叫做 BP 机。

BP 机只能接收无线电信号，不能发送信号，所以是单方向的移动通信工具。

普通型的数字寻呼机，外型小巧，比一包香烟还小，可以方便地放在衣袋中或者别在腰间。一旦收到寻呼信号，它会发出几声轻微的“B—，B—”声，提醒人注意。为了不干扰别人，也可以关上声音开关，寻呼机只是发出一阵阵机械振动，就像按摩器那样的轻微颤动，只有携带者本人才能感觉得到。寻呼机收到信号后，液晶屏幕上会显示出一些阿拉伯数字和英文字符，它们表示电话号码和简短话语。显示英文字符，使中国人用起来不方便，于是又有了汉字显示 BP 机。这种 BP 机不但能显示电话号码，同时也可传输简单信息。有些专业台还可以发布一些专业信息，如农业寻呼台发布当天的粮食价格和蔬菜、种子的价格等。到了夏天，人们还可以通过 BP 机知道西瓜的价格，这种 BP 机具有多种功能，普遍受到欢迎。

目前有各种各样的 BP 机，光是它的外型就有十几种。有的像一个袖珍日记本，小巧玲珑；有的像一张卡片，十分轻便；也有的像支圆珠笔，可以插在上衣口袋里；有的甚至做成胸花、项链，挂在胸前。还有的和手表合为一体，带在手上，平时计时，有人寻呼时又成了个 BP 机。

图中是一个女孩寻呼朋友的通信过。

女孩通过有线电话拨了寻呼台的号码，电话接通后，她告诉话务员她要寻呼的 BP 机号及自己的姓名和电话号码，然后，挂机等候。寻呼台的话务员马上将以上信息输入计算机，发射机便在计算机的控制下，向空中自动发出呼叫信息。

你可能会问，既然寻呼台发射的无线电波能覆盖一定的区域，那么，这一区域内的 BP 机为什么只能收到对自己的呼叫，而收不到寻呼其它人的信号呢？

原来，各个 BP 机都有自己的号码，贮存在寻呼台的计算机上。寻呼台发出的信息带有这个号码，只能启动相应的 BP 机，对别的 BP 机没有作用。这就像邮递员，按照用户的门牌号送信，不会错的。

女孩的朋友听到“B—，B—”声音后，打开显示开关，屏上出现了要求回电的号码，于是，她的朋友就可以在附近找部电话，来和女孩通话。

我国的公共寻呼台号码是 126 和 127，也有一些专业寻呼台，号码是 7 位数或者 6 位数。126 和 127 都是公用台，但是使用方法有所不同。126 台是由话务员应答接续的，它是人工寻呼台，而 127 则是由计算机控制的，叫自动寻呼台。上面女孩使用的是人工寻呼台。如果要通过 127 台寻呼，电话接通后，听到的只是事先录好的提示语，如“请继续拨号”等。接着你就要把被寻呼的号码通过你手中电话机的按键发出去。寻呼台的计算机收下这些信号后，经过核对，就在无线信道中发出寻呼。

有的寻呼设备还和家里的电话机相联。电话铃响后经过一定时间如果

没人接，打来的电话就会自动转到寻呼台。

寻呼机体积小，重量轻，而且价格便宜，使用方便，这使它在各个行业得到了广泛应用。

医生到病房巡诊时，身边可以携带 BP 机。假如手术室有急救病人，需要医生立即返回，可以使用 BP 机呼叫。如果还需要助手、护士、麻醉师等配合，寻呼台的特殊寻呼功能——群呼，就会“一声令下”，召集所有被寻呼者，而不必个别通知了。

建筑工地的指挥员和工程师经常在现场工作，配备寻呼机后，无论他们走到哪里，如果有急事，通过寻呼台可以立即找到他们。

在大饭店里，人们可以通过内部寻呼台寻找服务员或饭店领班。商店和公司的经理可以通过寻呼台，寻找在外办事的采购员。

寻呼机也可以开展漫游业务，这和移动电话中的漫游差不多。当你到外地出差时，不必担心别人找不到你，因为人们可以通过当地的寻呼台呼叫你。

如今拥有 BP 机的人越来越多，在城市的各个角落都会听到 BP 机发出的声响。人们自豪地拍着腰间的“电蛐蛐”说：“有了它可真方便！”

在日本西南部的一个牧场里，连奶牛也有幸带上了 BP 机。牧场主为了便于管理牛只，想出了使用寻呼机的奇招。放牧时，每头奶牛的脖子都挂上一只 BP 机，当 BP 机发出呼叫声时，奶牛闻声便会“自觉地”从牧场回到牛棚。

## 汽车电话

在现代化的生活中，人们有不少时间是在车上度过的如果把无线电话安装在汽车上，人们就可以充分利用路途中的时间进行通信联系。

据说，最早使用汽车电话的是美国警察。他们为了在巡逻和追捕罪犯的途中和总部联系，就把无线电话安装在警车上。后来，消防车也装上了无线电话，这样就能在途中或者救火现场向总部报告火情，请求增援。火灾现场的有线通信设施常常被大火破坏，所以车载电话在消防工作中往往发挥十分重要的作用。随着汽车电话技术和无线电元器件技术的不断发展，许多运货卡车、出租车、急救车以及私人汽车也相继安装了汽车电话。

公路管理部门也离不开汽车电话。如果某个路段发生了交通事故，造成车辆堵塞，或者洪水冲垮了道路，交警可以在现场用汽车电话指挥周围几公里之内的汽车绕道行。

救护车上的电话更是必不可少的。在汽车开往医院途中，医生可以向医院报告病人的情况，向资深医生请示急救措施，同时通知医院根据病情做好准备工作，一旦救护车到达就可以不失时机地进行正确的救治。

繁忙的采购员可以在旅途中，与公司的经理洽谈业务。公司的推销员不但可以在途中与他们的顾客通话，还可以跟妻子商量晚餐的菜肴。外出旅行的人则可以给旅馆挂电话，登记住宿，安排就餐。出租汽车上安装了电话，有利于管理部门指挥调度车辆，提高车辆的周转率，减少空驶里程。

汽车电话都有一个小型控制器，上面有拨号键和开关，还有一个送受话器。控制器通常在司机室内，与仪表、收音机等装在一起，收发信机安放在座位下面，不会妨碍乘客的活动。天线装在车顶。

现在我们来给市内电话局的某个用户打电话。拿起汽车电话上的手机，即送受话器，当手机离开叉簧时，发射机发出一个信号，基地台收到这个信号后，由终端机自动选择一个空闲频道，并由基台发射机通知汽车电话可以拨号。我们听到拨号音后，就可以拨对方的电话号码了。拨号脉冲经过基地台、汽车电话局，接通当地电话交换机，通过电话线路，就接通了当地的有线电话。当对方拿起送受话器时，汽车电话交换机中的计费器开始计费。

如果所有的频道都有人占用，我们从叉簧上取下手机时，汽车电话主机面板上的“占线”灯就会发亮，同时耳机中传来占线忙音，这时，只能挂机等待。

使用汽车电话，和使用普电话一样，十分方便。

## 船舶电话

在无线电通信的最初阶段，有一个海上追捕罪犯的真实故事，它向全世界证实了无线电通信具有有线通信所不可取代的重要价值。

1901年7月，英国通缉的杀人犯克里平博士登上了从安特卫普开出的加拿大邮船“蒙特罗斯”号，打算逃到国外。这个神秘的旅客和他的“儿子”引起了船长的怀疑。他利用船上的无线电报与岸上的公司取得了联系，公司已经接到了警方的通缉令，在复电中详细地描述了犯人的特征，并且告诉船长，克里平身边的一个男孩实际是他的女秘书装扮的。船长立刻断定这个神秘的旅客就是在逃的通缉犯，于是公司马上通过有线电话向警方报警。最高检察官德鲁立即从伦敦出发，乘一艘快艇“劳伦提克”号，前往加拿大逮捕罪犯。这时通过无线电全世界都知道大西洋上正在进行着一场惊心动魄的追击，而这两个逃犯却不知实情，并确信没有人知道他们的身份。等他们在加拿大刚刚上岸，就落入了法网。

随着移动通信技术的发展，海洋通信不仅使用无线电报，而且早就用上了无线电话。这些无线电话广泛地用于业务联系，定时报告船位和进出港日期，听取陆地调动指挥。船上的海员还可以利用无线电话在遥远的大洋中向陆地上的亲属说点悄悄话，使得寂寞的海上生活多了一些温暖和欢笑。

安全通信历来是海上移动通信的重要内容。在海上航行的船舶，随时面对着风浪、暗礁、浅滩以及船舶碰撞的危险。船舶电话给船员们带来了更多的安全。

海上的气象预报是船舶通信不可缺少的内容。因为海上的飓风对船只威胁最大，世界上每年都有船只因受飓风的袭击而翻船沉没。所以沿海各国组成了海上无线通信网，定时向船舶发布各个海域的气象资料。

船舶电话和汽车电话一样，是把无线电话安装在船上，沿岸设立基地台，使无线电波覆盖沿海海面。为了增大船、岸之间的通信距离，一般将基地台安装在地形最高的地方。

如果船上的海员想与家人通电话，船舶电话就把电波发射到基地台，经中继线传至陆地有线电话局，电话局的线路把家里的电话接通。

船舶装载的货物总是很多、很杂。在进入一个国家的海关时，报关是很麻烦的事，要费很多时间。现在有了船用电话，在海面上就可以提前几天通过船用无线电话信道及无线终端设备把船上货物清单、船员和乘客名单一一报告海关。当然这是通过计算机的数据通信完成的，不能靠人用嘴念。等到船只进港，一切手续齐备，可以大大节省时间。

## 航空电话

飞机上的无线通信，最早始于第一次世界大战。飞机在空中激战，飞行员要时时刻刻与战友保持联系，协同作战，还要和地面指挥员联系，接受命令。侦察机到敌人上空侦察，得到的情报也要通过无线电话汇报给地面指挥部。

海湾战争前夕，美军为了获取伊拉克方面的情报，每天至少出动 5 架次飞机昼夜不停地监视伊军动向，通过飞机上的现代化通信设备及时向地面指挥部汇报，有时还将重要情报通过通信卫星的保密通道，直接传送到美国国防部。

战争促进了空中无线通信技术的发展。

平时时期，人们将空中无线通信技术转到民用方面。作战飞机变成了巨大的喷气式客机，号称空中列车的现代化飞机，飞翔在万米以上的高空。尽管它离地面非常远，飞机上的驾驶员仍然与地面保持着不间断的联系。身处地面的空中调度员，通过地对空无线电话，对飞行员发布命令。大型航空港非常繁忙，几分钟就起落一架飞机，天空中飞机拥挤，稍不留心就会发生撞机的灾难。所以，机场调度人员要通过无线电话指挥飞机有秩序地起飞和着陆。

大型客机做长途旅行时，要经常与地面保持通信联系。飞机误点或提前到达，都要通知机场，使他们作好接机的准备工作。有时候飞机上发生意外事故，例如劫机事件，还可以通过无线电话通知地面，采取应急措施，以保证飞机的安全。

随着航空事业的发展，航空公司不但为旅客提供了方便舒适的客舱，有的大型客机还安装了空对地航空电话。这些航空电话与各城市的电话网相联，旅客只要将信用卡插入电话机中，直拨对方的电话号码，就可以和地面通信，使用起来跟打普通电话一样。

近年来，一些航空公司向乘客提供了全球卫星通信业务。乘飞机的旅客可以在飞机上使用无线电话与地面上的国际电话网络进行通信，并且可以进行计算机通信。1993 年 4 月 21 日，中国国际航空公司在 2448 号客机上安装的旅客用无线电话正式启用。这是世界上第 8 家航空公司在第 21 架飞机上开设的旅客移动通信服务。

## 六、未来的移动通信

由于微机技术和超大规模集成电路、程控交换技术的开发应用，移动通信在步入了 ISDN 时代之后，又朝着新的目标——实现个人通信而迅速发展。

## 镶嵌在空中的珍珠

1990年海湾战争期间，全世界的电视观众都目睹了现代化战争的惊心动魄的场面。在那次现场转播中，起核心作用的是通信卫星。

说起人造卫星，同学们都不会感到陌生。目前，人们利用卫星进行通信、侦察、导航和气象观测等工作，这已经是常事了。随着卫星和现代通信技术的不断发展，卫星通信实际上已经进入家庭，说不定哪天你就会拿起身边的无线电话通过卫星与大洋彼岸的亲朋好友互致问候呢。

利用卫星进行通信的思想还是受月亮的启发而得到的。谁都知道，月亮本身不发光，但却能反射太阳光。那么能不能让它来反射无线电波，从而实现远距离通信呢？当然可以。不过现在我们使用的是“人造月亮”——人造卫星，而且也不是靠它“反射”的无线电波来通信的，我们让它先接收地面发射来的无线电波，经过放大后再送回地面。这样，地面收到的电波就更强大，通信就更可靠了。这种做法，就好像骑着马儿长途奔驰的时候，中途换匹马接着再跑。卫星就像空中的“接力站”，使人们实现了两地或多地间的远距离通信。这种利用人造卫星转发信号而实现通信的方式，就叫卫星通信。

由于通信卫星高居于几千、几万公里的茫茫太空，俯视着一望无际的辽阔大地，它与其它的通信方式比起来，有着无可比拟的优越性。

从悬在高空的卫星发射出来的微波信号，能够覆盖数百万、数千万平方公里的面积，在这个区域内，不管是展翅高飞的飞机，还是乘风破浪的船舶，或是高速奔驰的汽车，甚至街上散步的行人，都可以通过无线电话收到来自卫星的信号。有人计算过，一颗卫星可覆盖的面积，相当于地面架设的二百多个微波接力站。不仅如此，在卫星覆盖区内，任意两点或多点，不管它们是远隔重洋，还是被高山大海所分开，都可以实现卫星通信。

利用卫星可以进行成千上万路移动电话通信和许多路电视通信。除此之外，它还可以进行数据、文字、图像通信。如果你有一台便携式传真机，想要查询一份储藏在美国国会图书馆的图书资料，那么通过卫星和计算机进行远距离无线联机检索，几分钟就可以拿到传真复制文件。

卫星通信的主角是静止卫星。什么是静止卫星呢？火箭把卫星发射到离地球 36000 公里高的宇宙空间，它在轨道上绕地球运行一周的时间为 24 小时，正好等于地球自转一周的时间。因此，从地面来看它是静止不动的，像是镶嵌在空中的一颗珍珠。这类通信卫星就叫做静止通信卫星或者同步通信卫星。

如果在太平洋、大西洋和印度洋上空各“镶嵌”一颗通信卫星，这三颗卫星转发的无线电波就能将全球覆盖起来。现在人们使用的海事通信卫星系统，就是这样的一组卫星。人们称它为“飞马星座”。航行于大洋上的成千上万艘船舶，就是通过它来进行通信的。

一个地面站发射的无线电波经过卫星可以转发给船舶、飞机、车辆以及其它地面站。同样，另一个地面站发射的电波经过卫星也能被转发。很多移动通信站利用同一卫星，各自建立多方向的通信信道，这样一种通信方式称为多址联结方式。

多址联结方式是卫星移动通信的重要优点。它使卫星通信可以同时为很多互不相关的用户服务。

怎样通过移动电话进行卫星通信呢？

如果要用无线电话给美国底特律的一位朋友打电话，我们可以直接拨入国别代号、城市代码和对方的电话号码。无线电话发射的无线电波，携带着我们的拨号脉冲，会被基地台收到，并通过移动无线交换局的卫星地面站，把信号发射到太平洋上空的卫星上，通过这颗卫星再转发到位于美国底特律附近的某卫星地面站，然后通过微波电路传送给当地的有线电话局，再传送给对方电话。于是，一个移动电话通过卫星及地面站设备被接通了。

随着卫星移动通信技术的发展，人们又大胆地提出了一种新的卫星通信系统。这个系统的名称叫做“铱”。为什么起这样一个怪名字呢？原来，化学元素铱的原子核外有 77 个电子绕核旋转，而这个设计中的卫星通信系统，恰有 77 颗卫星在太空中的 7 条太阳同步轨道上绕地球飞行。这是目前人造卫星家族中最密集的一组卫星。

为什么要用这么多卫星呢？因为用于海事通信的三颗卫星构成的通信区不能覆盖南北极地区，也就是说处于南北极区的飞机、船舶，不能利用海事卫星进行通信。“铱”卫星可以覆盖地球表面的任何一点，构成了“天衣无缝”的通信覆盖区。

也有的人把“铱”称为倒置在空中的蜂窝式移动电话系统。前面我们已经了解到，在蜂窝网络中，“蜂房”设置在地面，蜂窝服务区是固定的。“铱”系统的“蜂窝”结构却设置在空间。如果有人携带无线电话，在相邻的“蜂窝”间“漫游”，“铱”系统会把信号从一颗卫星转移到另一颗卫星。数据处理和交换都是在空间轨道上完成的。

不久的将来，人们将随着“铱”计划的实施而实现四海之内为一家通信。即使在没有电力供应或者电话线路不能通达的边远地区，人们也可以利用太阳能供电的“铱”电话亭，或通过一部与“大哥大”类似的手机，就可以不再通过地面站而立即与全世界各个角落通信。

目前，人们把“铱”系统称为通信家族的一次革命。它预示着移动通信将摆脱大量复杂的地面设备，把基地台和交换局装在太空中的卫星上，从而达到个人移动电话的“立体”通信。这一创举将预示着个人卫星通信时代的到来，镶嵌在空中的明星将会更加灿烂。

## 进入 ISDN 时代

“综合业务数字网络”这个名称如果用英文写出来，简称就是 ISDN。它是一种能够提供各种通信服务的，全世界范围的公用通信网。也就是说，人们可以在 ISDN 网中进行计算机数据、图文传真、电视图像等各种通信。

在美国，带有 ISDN 功能的移动电话已经进入了家庭。这种电话终端机，既能作为普通电话使用，又能当作计算机终端使用。人们利用它可以进行家庭购物、家用能源管理和家庭教学等等。比如应用了 ISDN，煤气公司、电力公司就不用登门来查煤气表和电表了，因为计算机可以自动读表，并把数据送到煤气公司和电力公司。儿童随父母外出旅行，不用担心会耽误课程，因为随身携带的 ISDN 话机可以“转播”和记录学校老师的教学。

最近，人们又研究出一种由房门、喇叭、摄像机和控制器构成的 ISDN 电视门电话，不论你此时此刻正在世界上的哪个角落，你都能通过 ISDN 见到你家登门拜访者的面孔，听到他的声音。当然，如果有不轨之徒趁你外出溜门撬锁，他也逃脱不了你的眼睛。

当森林火灾、洪水、地震等自然灾害发生时，当地的地面通信设施很可能遭到严重破坏，救灾指挥部会派人携带具有 ISDN 功能的移动通信设备，乘坐直升飞机前往灾区，并通过便携式传真机和微型计算机及时发回灾情图像和数据资料。

随着移动通信和计算机技术的发展，ISDN 业务将应用到各种不同的领域，人类通信已经迈入 ISDN 时代的门坎。

## 21 世纪的通信

现代化的人类通信活动中，有线通信和无线通信是两支并肩作战的大军，它们广泛应用了 20 世纪的微电子技术和计算机技术的成果。100 年来，通信技术经历了从人工交换到自动交换，进一步又到 ISDN 这样两次大的飞跃。下一个世纪将要出现的另一个飞跃将是实现通信个人化。那么，什么是通信个人化呢？

我们知道，今天的通信网络已经遍布全球，即使你在深山老林，利用通信卫星，你也能很快和外界取得联系。移动通信的出现更使你可以在飞奔的车辆、船只中和外界通话。

但是，有的时候还是很不方便。假如你要找一个朋友，但是家里，办公室里都不见他，怎么办？你首先考虑，这个时候他最可能到什么地方去了，然后给那个地方打电话。如果不巧，他刚刚离开，你可以询问他的行踪，再往下一个地方打电话。这种通信方式是很麻烦的，而且浪费了线路，因为在你占用线路的时间里，主要是在拨号，询问，而没有传达有用的信息。当然，“大哥大”可以解决问题，不过总是随身抱着个“大哥大”也不是件轻松的事。也可用 BP 机寻呼，但是你的朋友听到呼叫，再找电话给你回电，也要费点周折。而且，最大的问题是，“大哥大”和 BP 机只有在基地台的无线电覆盖区内才能工作，在远离大城市的地方只能是“英雄无用武之地”。

我们通常的电话机都是“一机一号”，也就是说，如果某部电话机的号码是 35094，当你拨了 35094 时，这部电话机一定会响铃，而不管坐在它旁边的是谁。现在，一个大胆的想法是，我们能不能不给话机编号，而给每一个人编号。例如，你朋友的号码是 24587，如果你拨 24587，那么，不管他在哪里，他身边最近一部电话响铃，和你通话的一定就是你的朋友。如果真能这样的话，那就太方便了。

这种通信方式就是我们所说的“通信个人化”，或者叫做“个人通信”。这已经不是梦想，在不太遥远的将来就能实现。那时候我们就不必记忆某人家中电话是多少号，办公室电话是多少号，他的 BP 机是多少号，“大哥大”是多少号……你只要记住一个号码就行了，不管他在哪里，只要拨这个号就能找到他。到那个时候，“电话号码”就属于个人，而不再属于电话机。

实现个人对个人的通信以后，无论在家或外出，无论你在汽车、火车里还是在飞机中，也无论你的电话是在普通电话网中，还是在传真网、数据网或 ISDN 网中，都可以同样方便地找到你。你用的通信工具可能是简单的寻呼机或普通有线电话，也可能是随身携带的计算机终端，这都没有关系。你手中的话机可能是自己的，也可能是别人的，只要你通过话机的按键输入你的个人号码进行网内位置登记，就可以随时随地接受别人拨来的电话了。个人通信是按个人号码计费的，不管你在什么地方，使用谁的话机，电信公司都会把帐记在你的名下，一定不会找话机主人收费的。

个人通信网是智能型的，他能按照人们的意愿进行通信。过去，拨电话给你的人总是处于主动地位，而接电话的人只有在拿起听筒之后才能知道来电话的是谁，这时候如果不想说话也来不及了。但是在个人通信中，你可以事先做出安排，只接某类电话，至于其它来电，由录音机记录，事

后处理，或者自动转到别人那里。假设你要到法国巴黎出差几天，尽管给你打电话的人不知道这件事，但是，拨了你的个人号码后，电话就会自动接到巴黎。不过，由于你身在国外，有些事情无法处理，这种情况下你可以对智能型个人通信网进行预先设置，凡是与北京总部有关的业务电话，就会自动转到总部办公室，由你的副手处理了。

还有一种有趣的“语音邮箱”系统，它能分辨来电人的嗓音。你在工作的时候可能很忙，不愿意接电话，但是，你有一位好朋友，他的电话无论什么时候来都要接。这时，你可以把他的语音输入语音邮箱，让邮箱记住他的嗓音特色，他的电话一来，不管你在工作或在熟睡，电话铃声都会响起来。如果语音邮箱判断不是你这位朋友的声音，它会有礼貌地请对方讲话，并忠实地记录下来，等你有空的时候再去处理。

要实现个人通信，还有许多课题等待研究和探讨。例如，跟踪交换、位置登记、网络管理、微区结构、终端微型化和网络数字化等问题都有待我们去解决。

少年朋友们，未来的社会是信息的社会，而信息社会的发展，必然要以现代化的通信技术作为坚强的基础。随着微电子技术和计算机技术越来越广泛的应用，未来的通信必然朝着综合化、数字化和微型化发展。虽然我们无法准确预见未来，然而我们却可以断言，到 20 世纪末，移动通信技术将在数字技术基础上，与 ISDN 和蜂房电话、无绳电话技术相结合，促使通信技术发生革命性的变化。

让我们用智慧和双手去创造未来吧，一个理想的个人通



