

2 通讯网络



PDG 内蒙古科学技术出版社

青少年科普知识读本

通讯网络

主 编 孙丙荣

副主编 王 健

内蒙古科学技术出版社

通讯网络

目录

- 1 你知道电磁是谁发现的吗
- 5 谁是移动通信的鼻祖
- 9 什么是电子秋千
- 11 电波为什么能够成为运载声音的工具
- 15 你了解天线的种类和作用吗
- 21 你了解电波是怎样旅行的吗
- 28 你了解微波通信吗
- 31 你了解捕捉电波的能手吗
- 34 什么是频道和单方向通信
- 38 你了解空间频率的拥挤及解决办法吗
- 40 你了解空中“隐身黑客”吗
- 44 怎样维护空间秩序
- 46 你了解信道是怎样划分的吗
- 47 什么是数字通信
- 49 怎样知道移动通信电波的覆盖区
- 50 你了解蜂窝式移动电话系统吗
- 56 什么是移动通信中的多址技术
- 60 什么是电子小秘书



- 64 你了解子母电话机吗
- 68 你了解车船和飞机上的电话吗
- 74 你了解 GPS 卫星定位系统吗
- 81 怎样把卫星用于移动通信
- 90 你了解综合业务数字网络吗
- 95 为什么要使通信个人化
- 99 你了解激光的身世和它的优点吗
- 102 光纤通信是怎样诞生的
- 105 人们为什么喜欢用“大胃口”来形容光纤通信
- 106 为什么说光纤是信息高速公路“铺路石”
- 109 你了解现代通信技术的运用吗
- 113 你知道通讯技术的光辉未来吗
- 117 你知道 SOS 国际遇险求救信号的来历吗
- 119 什么是日常生活不可缺少的通信方式——电话
- 124 你知道电话号码是如何编排的吗
- 126 你了解各显神通的李生兄弟——电话卡吗
- 128 什么是电缆通信
- 130 为什么调频广播收到的节目音质优美
- 134 你了解 20 世纪的重大发明——雷达吗
- 137 卫星通信地面站是什么
- 140 你了解一种看不见、摸不着、无色无味的污染
——电磁污染吗
- 143 你了解干扰卫星通信的日凌现象吗
- 144 你了解高悬苍穹的电子耳目——漫话军用卫星吗
- 149 太阳风暴何以影响通信



- 151 一种新式武器——微波武器是什么
- 152 你了解奇怪的中微子和新颖的中微子通信吗
- 157 你了解一种瞬间进行的快速通信——流星余迹通信吗
- 162 你了解现实的梦想——图像通信吗
- 164 电视能像电影那样清晰吗
- 167 你了解信息安全的保护神——现代密码学吗
- 169 信息传输“量子密码”是什么
- 171 你了解没有硝烟的战争吗
- 175 你了解从电子战到信息战吗
- 178 什么是电信网
- 179 什么是智能网
- 181 什么是另一只眼看建筑——智能大厦
- 182 你了解通信工具新宠儿——绿色手机“小灵通”吗
- 186 你了解手机的入网通行证——SIM 卡常识吗
- 188 什么是 WAP
- 189 什么是移动通信中的 G 网和 D 网
- 191 什么是 GPRS、GSM、WAP 和 CDMA
- 192 何谓短消息
- 193 什么是一次性手机
- 194 你了解双模电话——一种新型的移动电话吗
- 195 哪几种情况下不宜用手机
- 197 你了解“蓝牙”——信息时代的黑马吗
- 199 “蓝牙”离我们还有多远
- 201 什么是 3G 通信
- 204 你了解第四代移动通信吗



- 
- 206 你知道 163 与 169 的区别吗
- 209 你了解网上门牌吗
- 211 你了解一种新颖的电话——网络电话(IP 电话)吗
- 213 何谓网上银行
- 214 什么是光网络
- 216 什么是因特网
- 217 什么是宽带和 ADSL 技术
- 219 你了解视频点播(VOD)技术吗
- 222 你了解对付黑客的常规武器——防火墙(Firewall)吗
- 226 你了解另类战争——网络战吗
- 228 你了解贸易新概念——电子商务吗
- 232 何谓 Internet 虚拟现实世界
- 233 你了解信息高速公路吗
- 236 何谓信息化建设的“三金工程”和“金字工程”
- 239 你了解 20 世纪十大通信技术吗
- 242 你了解 21 世纪初通信技术的发展热点吗

你知道电磁是谁发现的吗

要想知道电磁波的秘密，先来了解一下电和磁。我们早就学过这样的知识：摩擦能够产生电，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。大家都见过磁铁，例如在电视机、音响、录音机的喇叭后面，就有它的存在；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无形的物质，那就是电场和磁场。电场和磁场之间有着密切的联系，这种联系对于无线电通信来说至关重要，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，他通过反复实验后发现，导线中有电流通过时，不但附近的磁针会偏转，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·利勃书店当学徒。

法拉第虽然没有机会上学，却十分喜爱科学，艰苦的条件没



能阻止他如饥似渴地学习。他常常白天做工，晚上勤奋学习，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大量的科学知识，也了解到许多还未揭开的科学之谜。其中，电磁现象引起了法拉弟的极大兴趣，他开始进行大量的电学实验，决心在这个领域中搞出一番成就。

法拉弟想到，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？

为了得到正确的答案，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。法拉弟想，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？法拉弟冥思苦想，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。这一次他改变方法，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。

法拉弟得出结论：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……法拉弟进行了一次又一次的实验，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，并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在空气



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，建立起电磁场的基本方程，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第、高斯、安培、库仑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，这就是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，所以被称为电磁波。麦克斯韦还进一步推算出，电磁波在真空中的传播速度是 30 万千米/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。

用实验证实了电磁波的存在，验证了麦克斯韦理论的科学家，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。赫兹以自己的卓越才能，进行了



几千次实验，终于确确实实地“看”到了电磁波，并创造了世界上第一个人工产生电磁波的仪器——赫兹振子。为了纪念赫兹对人类这一伟大的贡献，科学家们把电磁波的振荡频率单位命名为赫兹。

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。赫兹用感应线圈给大金属片充电，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一样。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，当振荡器的小球间迸出火花时，谐振器的小球间也会出现火花。原来，这是发射出的电磁波碰到了谐振器，引起了谐振器中的电振荡，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。

谁是移动通信的鼻祖

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？最早把电磁波原理应用于信息空间传输的是意大利青年古利埃姆·马可尼。

马可尼，1874年4月25日出生在意大利的波伦亚，出身于颇为富有的家庭。由于母亲是个外国后裔，马可尼经常随母亲游历异国他乡，曾先后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，造福于人类。

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的实验。意大利博洛尼亚农场的一间小阁楼是他的实验室，实验室很简陋，而且拥挤不堪，到处堆放着杂乱的电气用具、零件材料。每天晚上，他都在忙碌地调整实验器具的大小，锌和铜粉的分量。他和他的兄长亚比索在阁楼、庭院和田园





的两端之间，进行许多次无线通信实验。最初仅相隔几十米，然后再一次次加大距离。有一次，他们在花园的两个墙角处分别竖起两根竹竿，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。马可尼把一条天线连在感应线圈上，作为发报机，另一条天线则与自制的金属检波器相连，充当收报机。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，但一时找不到好办法。一天深夜，月亮格外皎洁，月光洒满大地。他因反复思索难以入睡，顺手推开窗户，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，如果把天线架得高一些，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。随着实验距离的不断延长，他和兄长约定：在双方都能见到的距离做实验时，对方如果收到信息，就挥手示意；如果距离大到使两人无法分辨对方时，其中一人就携带着猎枪越过山岗，信息一收到：便以枪声为号，通报喜讯。

1895年夏季的一天，满头大汗的马可尼无数次地掀动着莫尔斯键，将字母“S”的电报信息发向窗外，他终于听到了远在山岗那边的枪声信号，马可尼兴奋地欢呼着、跳跃着……这个21岁的年轻人终于将无线通信距离增大到3000米。这一次实验的成功，表明了马可尼开创了不用导线用无线电波进行通信的新时代。

欣喜若狂的马可尼决定，进一步加大无线电通信的距离，将作为他今后主攻目标，并立即给本国政府写信要求资助，以便迅

速投入使用，但遗憾的是，他遭到了冷遇。无可奈何的马可尼，只好带着自己的无线电报机来到英国，因为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：1899年他在英国南福兰角建立了第一个无线电报站，使无线电波顺利地越过了12海里的水路。后来，他又用50米高的天线，与31英里以外的法国维姆勒进行了通信，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。马可尼还将无线电通信应用在体育比赛中。同年9月，在“美洲杯”快艇比赛中，众多通讯社竞争报道美利坚全国拭目以待的特大新闻。

这天，纽约港彩旗招展，哈得逊河水欢快地唱着春歌，岸上的野花都纷纷绽开了笑脸。各国赛艇整齐地排成一列，一声枪响之后，马达怒吼，各国赛艇劈波斩浪一般向前冲去。一只装有无线电报机的快艇紧紧尾随其后，不一会就消失在无边无际的波涛里了。

在海岸上，一家纽约报社，不时从耳机里听到清晰的莫尔斯信号，抢先报道了马可尼在现场发来的比赛实况。这恐怕是最早的移动通信了。

马可尼并没有就此停止不前，他的理想是征服大西洋。但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，同时也遭到各种各样的冷嘲热讽。当时，一位著名的大学教授就曾以他那权威的口吻预言：“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。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能传到很远的地方。

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，通过科学实验能够走出一条成功之路。

为此，马可尼发奋工作，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，马可尼用氢气球把天线高高吊起，安装信号接收装置后，就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，氢气球发生了爆炸，大风把无线电报机的天线也吹断了。糟糕！眼看联络的时间快到了，怎么办？聪明的马可尼突然灵机一动想到了风筝，他立即弄来风筝，上面连着细铜丝，迎风把它放到 121 米高空当作天线。“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“S”信号。那是跨越 3700 多千米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。

1916 年，马可尼再次完成了科学史上的重大突破——短波试验，从此开拓了无线电短波通信领域，为现代远距离无线电通信打下了基础。

以后，马可尼还研究出实用的雷达系统，使无线电波用来传递除了语言信号之外的其他信息。从此，无线电通信就一日千里地发展起来了。

1909年，马可尼因对无线电通信技术做出巨大贡献，获得了本年度的诺贝尔物理学奖。马可尼，开辟了人类无线电通信的先河。

什么是电子秋千

我们都知道，利用电磁振荡可以产生无线电波。马可尼让无线电波传送信息，就是利用赫兹振子产生电磁振荡。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，但终归还要有个机器来产生电波，那就是发射机。发射机在无线移动电话、寻呼机、车载电话、卫星移动电话及它们的基站、地球地面站中是必不可少的设备。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。

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”。

电荷会荡秋千吗？会的，但必须有特殊的“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，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，而电感线圈是贮存磁场的器件，后者有个怪脾气，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。这样在振荡电路中，电场和磁场交替变化着，而且变化速度极快，每秒几十万次、几百万次甚至几千万次。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，振荡的频率就越高。如果我们给这些来回奔跑的小家伙们画个像，它们恰是一个正弦波。这正是我们所需要的无线电波。

无线电波的频率与振荡电路密切相关，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，这样，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。频率若有偏差，除了引起通信联络的中断，还会对其他电台产生干扰。目前，人们普遍采用石英晶体振荡器，可以获得高度稳定的振荡频率。

在寻呼机中，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，改变频道时只要更换一块插件板就可以了。如果有几十个或上百个工作频率，则必须要有一个高稳定的基准振荡器（通常就是晶体振荡器），通过对频率加、减、乘、除的变换，得到一系列离散的、频率稳定度与基准振荡器相同的频率输出，这就是频率的合成技术。用频率合成器作为频率振荡器，是新一代移动通信设备的重要组成部分，随着集成电路技术的发展，频率合成器的大部分电路可以集成在一个小小的芯片上，它使移动电话性能更优良，成本更低廉，外形更小巧，更便于携带。

电波为什么能够成为运载声音的工具



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，这样做没有多大意义。

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，人类的话音频率在 $30 \sim 18000$ 赫兹之间，频率这样低的电流，其辐射能力很低，根本无法向空间发射。

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？

为了解决这个难题，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，让它运载着货物就行了。我们可以把音频信号看成是货物，高频电波看成运载工具，