

无线电 科普丛书

中国科协繁荣科普创作项目

让生活更美好

身边的无线电设备

徐江 编著

◆ 从无线电波说起

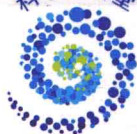
◆ 无线电设备的历史

◆ 无线电设备的定义与分类

◆ 无线电设备：对讲机、业余电台、手机、Wi-Fi、蓝牙

◆ 未来的无线电设备：无线充电、物联网家电

科学大讲堂

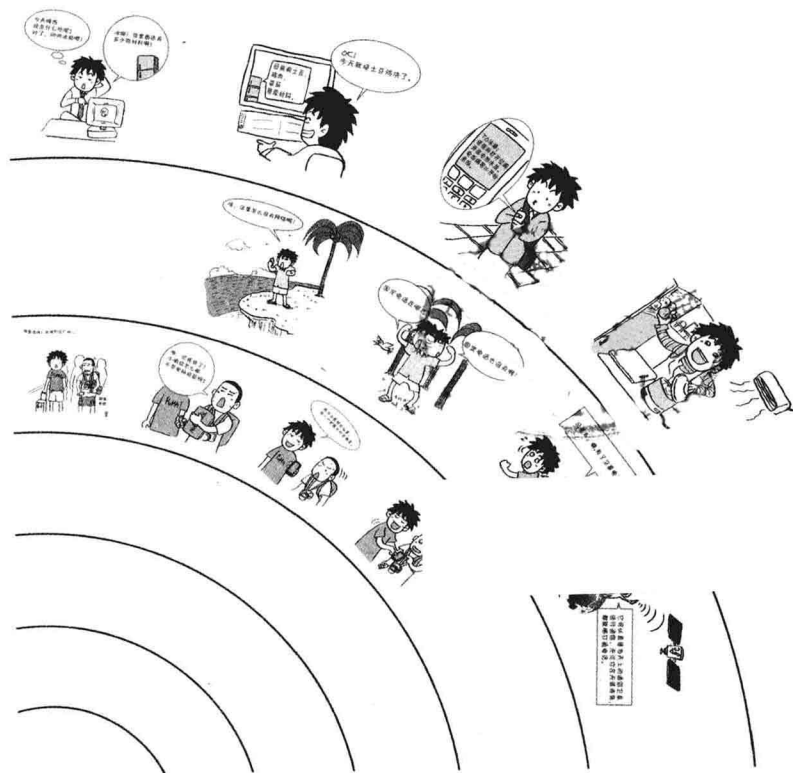


人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

让生活更美好

身边的无线电设备

徐江 编著



人民邮电出版社
北京

图书在版编目 (C I P) 数据

让生活更美好：身边的无线电设备 / 徐江编著. —
北京：人民邮电出版社，2012. 4
(无线电科普丛书)
ISBN 978-7-115-24804-6

I. ①让… II. ①徐… III. ①无线电通信—通信设备
—普及读物 IV. ①TN92-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第010040号

内 容 提 要

我们身边有着各种各样的电子通信设备，到底哪些设备算是无线电设备呢？无线电设备的工作原理又是怎么样的呢？相信大家看完了本书后，就会有一个比较清楚的了解。

本书先从电磁波的原理与种类入手，阐述了什么是无线电波及其与电磁波的关系，接下来按照时间顺序，给读者介绍了无线电的历史及早期的一些无线电设备及发展历程。然后是无线电设备的定义、特性与主要的分类。接下来的篇幅着重于介绍与人们的平日生活联系较多的一些无线电设备，用通俗易懂的语言介绍这些设备的基本构造与原理。最后对未来的无线电设备的发展做一些展望与远景的描述。

本书是一本科普书，语言浅显易懂，配以漫画插图，图文并茂，可供广大普通社会民众和科技爱好者阅读。

无线电科普丛书

让生活更美好——身边的无线电设备

◆ 编 著 徐 江

责任编辑 姚予疆

执行编辑 刘 洋

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街14号

邮编 100061 电子邮件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

北京天宇星印刷厂印刷

◆ 开本：700×1000 1/16

印张：10

2012年4月第1版

字数：96千字

2012年4月北京第1次印刷

ISBN 978-7-115-24804-6

定价：29.00元

读者服务热线：(010)67132692 印装质量热线：(010)67129223

反盗版热线：(010)67171154

广告经营许可证：京崇工商广字第0021号

■ 前 言 ■

Preface

无线电经过了 100 多年的发展，逐步被人类所认识并被广泛运用于国防建设、经济发展、社会生活的各个领域，对人类社会的发展起到了重要的推动作用。在现代生活中，形形色色的无线电设备遍布我们身边的各个角落，无论是在生活中还是工作中，都可以找到无线电设备的身影，要想脱离无线电而生活已经是不现实的想法。既然人类已经离不开无线电设备，我们就应该好好地了解我们这个伙伴的脾气与特点，它的历史渊源与来龙去脉，以及无线电设备大家族的成员。有了深入的了解，才能让我们明白无线电设备的原理，也才能更好地、安全地、放心地使用无线电设备。

本书总共分为 5 章。第一章主要介绍电磁波的原理与电磁波家族的构成，然后引出无线电波的概念及无线电波的种类。第二章主要是回顾了电磁波与无线电波的发明历程与主要的发明家，以及一些早期的无线电设备与无线电在中国的发展历史。第三章对什么是无线电设备做了详细的解释，并且介绍了包括天线、干扰、屏蔽等在内的无线电设备的主要特性，最后给出了无线电设备的分类。第四章是本书最重要的部分，也是着墨最多的章节。这一章挑选出了人们身边常见的一些无线电设备：手机、无绳电话、对讲机、蓝牙设备、遥控器、无线话筒、Wi-Fi 设备等，图文并茂地讲解使用这些无线电设备给人们生活带来的种种方便，使人们在趣味中



轻松了解这些无线电设备。第五章通过对几个无线电新技术与新应用的介绍与描述对未来的无线电设备的发展做了展望。

作者在编写过程中，结合自己对相关内容的认识与理解，参考了一些资料，在此表示由衷地感谢。

虽然作者一直在无线通信领域从事相关工作，但由于写作水平与专业能力有限，加上时间仓促，本书如有笔误或与事实有出入之处，还请各位专家和读者批评指正。

目 录

Contents

第一章 从无线电波说起 1

引子

《礼记·大学》——欲诚其意者，先致其知；致知在格物。物格而后知至，知至而后意诚。

对于任何事物，都要通过了解其原理及来龙去脉，才能有深入的认识。

1.1 神奇的电磁波 2

1.2 电磁波家族 6

1.3 无线电波与无线电频谱 13

第二章 无线电设备的历史 22

引子

苏轼《念奴娇·赤壁怀古》——大江东去，浪淘尽，千古风流人物。与其他科学发明一样，无线电技术与设备的发展历程也是从无到有，波澜壮阔，英雄辈出。

2.1 赫兹与电磁波的证明 23

2.2 是谁最早发明了无线电报 25

2.3 无线电广播与收音机的发明 29

2.4 早期的无线电设备 33

2.5 无线电进入中国 38

第三章 无线电设备的定义与分类 43

引子

《周易·系辞上》——方以类聚，物以群分。

对无线电设备的特性进行具体的定义之后,才能进一步进行分类与区别。

3.1 无线电设备与无线设备	44
3.2 无线电设备与干扰	52
3.3 无线电设备与电磁屏蔽	57
3.4 无线电设备的应用领域与分类	60

第四章 生活中常见的无线电设备 65

引子

元·戴表元《剡源集》——如造化之于万物,大而大容之,小而小养之,形形色色,无所弃遗。

生活中会见到各种各样的无线电设备,在此挑选一些具有代表性的加以详细介绍。

4.1 移动通信设备的鼻祖——对讲机	66
4.2 火腿族与业余电台	71
4.3 固话移动不是梦——无绳电话	73
4.4 有事请呼我——告别历史舞台的寻呼机	77
4.5 一机在手,走遍各地——手机	80
4.6 打造无限网络——无线局域网与 Wi-Fi 设备	88
4.7 天地一体、优势互补——卫星电话	94
4.8 短距离无线连接之王——蓝牙	101
4.9 移动蜂窝网络与基站	108
4.10 让音乐插上无线翅膀——无线麦克风和无线耳机	117
4.11 让生活更便捷——无线遥控器	122
4.12 巡视万里海天——雷达	127

第五章 未来的无线电设备 134

引子

清·李渔《笠翁余集》——今美于昨,明日复胜于今。

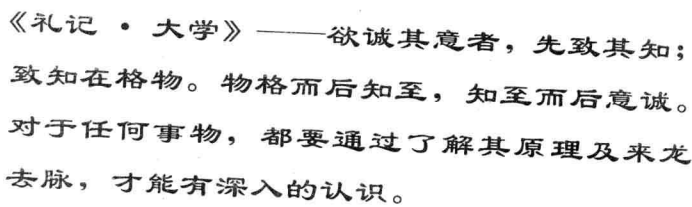
立足当前,展望未来,无线电技术的普及与广泛应用必将使我

们的世界变得更加美好。

5.1 无线充电——让无线设备摆脱最后一根线缆	135
5.2 让家电也变成无线设备的物联网浪潮	139
5.3 从软件无线电到认知无线电	143
5.4 UWB——无线电领域的又一次革命性进展	148

参考文献	152
------------	-----

从无线电波说起



看不见的无线电波通常跨越数万公里的距离在空中传送音乐、话音、图片和数据——无线电波每天都以成千上万种不同的方式进行传播！虽然无线电波对人类而言是看不见且察觉不了的，但它们却改变着整个社会。

1.1 神奇的电磁波

电磁波自从被发现那天起，就与人类社会结下了不解之缘。虽然看不见摸不着，但它已经遍布我们生活中的每个角落，广泛应用于工业、农业、军事、科技、通信、IT、航空、航天等领域。在日新月异的高科技时代，电磁波正在发挥着越来越神奇的作用，如图 1-1 所示。

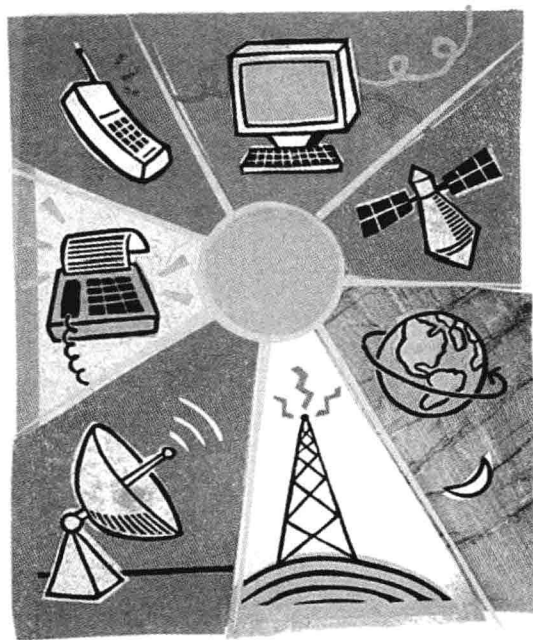


图 1-1 电磁波时刻在我们的身边产生



电磁波对于我们大多数人来说，是既熟悉又陌生。虽然人们天天都离不开它，但对它的庐山真面目还是如雾里看山一般。我们的生活中少不了使用各种各样的电器用品：电扇、吹风机、电视机、电灯、空调、微波炉、手机，等等，这些电器产品在使用过程中都会产生相应的电磁波并传播出去。从科学的角度来说，电磁波是能量的一种形式，凡是能够释出能量的物体，都会释出电磁波。只要是本身温度大于绝对零度（ -273.15°C ）的物体，都可以发射电磁辐射，而世界上并不存在温度等于或低于绝对零度的物体。因此，事实上人们周边所有的物体时刻都在进行电磁辐射，连浩瀚宇宙中的星星也都在发射自己的电磁波。

那电磁波又是怎么形成的呢？它到底有什么特点？让我们看看电磁波的科学定义吧。

根据英国科学家麦克斯韦的理论，电磁波是电磁场的一种运动形态。变化的电场可以生成磁场，而变化的磁场也能带来电场，变化的电场和变化的磁场构成了一个不可分离的统一体，这就是电磁场。振荡的电场与磁场这样环环相扣地交替产生，并在空间中由近及远进行传播，就形成了电磁波。

正如它被称为“波”，电磁波的传播类似于水波与声波的传播方式，但要注意的是它的本质与声波是不同的，声波属于机械波，其传递需要介质（比如空气）才能进行，所以真空中是无法传递声音的。而电磁波的传播是不需要介质的，所以电磁波可以在真空与太空中传递。

电磁波也同样具有波的传播特性，当电磁波从一种传播介质入射于另一种介质时，会产生折射、衍射、反射和吸收等现象，电磁波传播的方向和速度会改变。所以当宇宙中的电磁波进入到地球大气层的时候，很多会被地球的大气层反射回太空中，只有一小部分能够透过大气层到达地球表面。同样的道理，当地面的电磁波要想穿透大气层走向太空也不是件容易的事情，大多数还是被反射回了地球表面。利用这一特点，我们的短波收音机才能够收听到距离数千公里以外的广播电台。

接下来我们来看看电磁波是如何区分和定性的。

以电磁波传播的方向与幅度为坐标轴，可以看到电磁波是由很多前后相继的波峰和波谷所组成，两个相邻的波峰（幅度最大值）或波谷（幅度最小值）之间的长度就称为波长，也就是在一个振荡周期内电磁波所传播的距离。依据不同的种类，电磁波的波长会有很多不同的尺寸，从非常长的无线电波（比机场跑道还长）到非常短的伽马射线（比原子半径还短）。

另外一个描述电磁波的重要参数是频率。对于电磁波来说，频率相当于单位时间里的振荡次数，国际单位制单位是赫兹。每秒钟振荡一次的频率是 1 赫兹。

最后一个就是传播速度。不管哪种类型的电磁波，在自由空间内的传播速度都是一样的。电磁波在真空中的传播速度等于光速（ $3 \times 10^8 \text{m/s}$ ）。在其他介质里，则会小于光速。



波长、频率与速度之间的关系可通过公式 $v=\lambda f$ 来描述。其中， v 是波速， f 是频率， λ 是波长。

当电磁波在不同介质中传播时，波速与波长会有所改变，但是频率永远是不变的。而且电磁波的频率与波长是成反比关系，也就是说频率越高的电磁波的波长越短，而频率越低的电磁波的波长越长，如图 1-2 所示。所以我们可以用频率与波长来区分电磁波大家族中的各个成员。

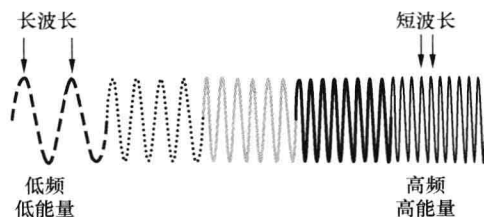


图 1-2 波长与频率、能量成反比

前面已经提到过，电磁波是能量的一种存在形式，因此它的传播过程也就是一种能量传递的过程，在电磁波入射到物质后，它所传递的大多数能量会被物质所吸收，从而将物质加热。身边最普遍的例子就是光波所带来的热能辐射了，大家在阳光下晒一段时间就会感觉到热量，同样微波炉的加热原理也是微波能量的传递过程。

我们这里就可以对电磁波的特性参数加以一个简单的总结：波长与频率成反比，波长越长，频率越低；反之，频率越高，波长越短，其乘积是一个常数即光速。另外，电磁波的能量与频率成正比，即频率越高，波长越短，能量越大。

1.2 电磁波家族

电磁波家族成员很多，电磁波里能够作用于人们眼睛并引起视觉的部分，只是一个很窄的波段，通常叫作可见光。在可见光波范围外还存在着大量不能引起人类视觉的电磁波——红外线、紫外线和伦琴射线等，如图 1-3 所示。



图 1-3 电磁波家族

就如 1.1 节所介绍的，当电磁波在不同介质中传播的时



候，速度可能会改变，但其频率是不会改变的，各种电磁波的区别仅在于频率或波长有很大差别。例如，光波的频率比无线电波的频率要高很多，光波的波长比无线电波的波长短很多；而X射线的频率则更高，波长则更短。为了对各种电磁波有个全面的了解，人们按照波长或频率的顺序把这些电磁波排列起来，这就是电磁波谱（如图1-4所示）。

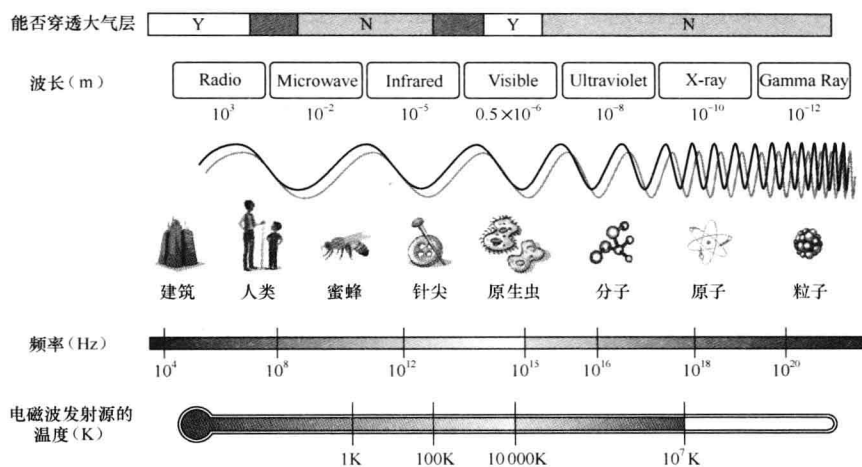


图 1-4 电磁波谱图

电磁波谱按频率从低到高分为无线电波、红外线、可见光、紫外线、X射线和伽马射线几大类。电磁波谱波长有长到数千公里的，也有短到只有原子半径的一小部分的。原则上，电磁波谱是无限而且连续的。

■ 无线电波

从电磁波谱中可以得知，无线电波属于电磁波大家族中频率最低的成员，同时也是波长最长的成员。具体的频率范

围各国及相关组织有具体的分配范围，一般狭义的无线电频段指的是频率在 0.3GHz 以下的部分。广义的无线电波则可扩展到微波频段。

无线电波可以由天线发射出去或接收回来，通过振幅调制、频率调制、相位调制等技术，无线电波可以传递信息。电视、广播、移动电话、无线网络和业余无线电，都使用无线电波来传递信息。无线电波还可以按照不同频率细分为低频、中频、高频、甚高频等频段。具体我们会在 1.3 节中进行介绍。

■ 微波

微波，一般指分米波、厘米波、毫米波波段的电磁波，频率范围从 300MHz 到 300GHz。微波波段的电磁波可用于卫星通信、中继接力通信、无线网络通信、移动通信、航空通信等领域，还有军事及民用雷达所使用的电磁波也属于微波波段。大家所熟悉的微波炉就是采用 2.45GHz 频段的微波来对食品进行加热的，如图 1-5 所示。

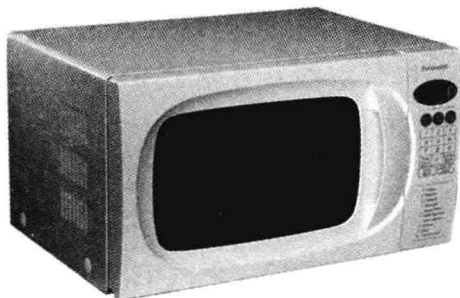


图 1-5 微波炉



有些书籍及资料将微波划归到无线电波中，与长波、中波、短波并列。但由于波长很短，特别对于厘米波与毫米波段的电磁波，其传播特点与一般的无线电波有较大的区别，所以现在也有将微波与无线电波分列的情况。在本书中所提及的无线电设备及无线电也将采取广义的无线电定义，将微波包含在内。

■ 红外线

红外线是波长介于可见光与微波之间的电磁波，波长范围在 $700\text{nm}\sim 1000\mu\text{m}$ 。红外线在光谱上位于红色光外侧。红外线具有很强的热效应，易于被物体吸收，通常被作为热源。另外，它的透过云雾能力比可见光强，在通信、遥感探测、医疗、军事等方面有广泛的用途。

实际上，自然界有无数的红外放射源：宇宙星体、太阳、海洋、山岭、岩石、土壤、森林、城市、乡村，以及人类生产制造出来的各种物品，等等。目前，我们可以肯定的一点是：所有高于绝对零度（ -273.15°C ）的物质都可以产生红外线。因此在夜间可见光线很微弱或者完全漆黑的情况下，红外夜视仪可以利用这一特点通过捕捉物体的红外辐射来发现目标（如图 1-6 所示）。

与我们生活接触最多的红外线设备可能就是家用电器遥控器、住宅小区的防盗报警器，此外像军用的红外夜视仪、手机与笔记本电脑上的红外线数据传输功能也都是比较普及的应用。