

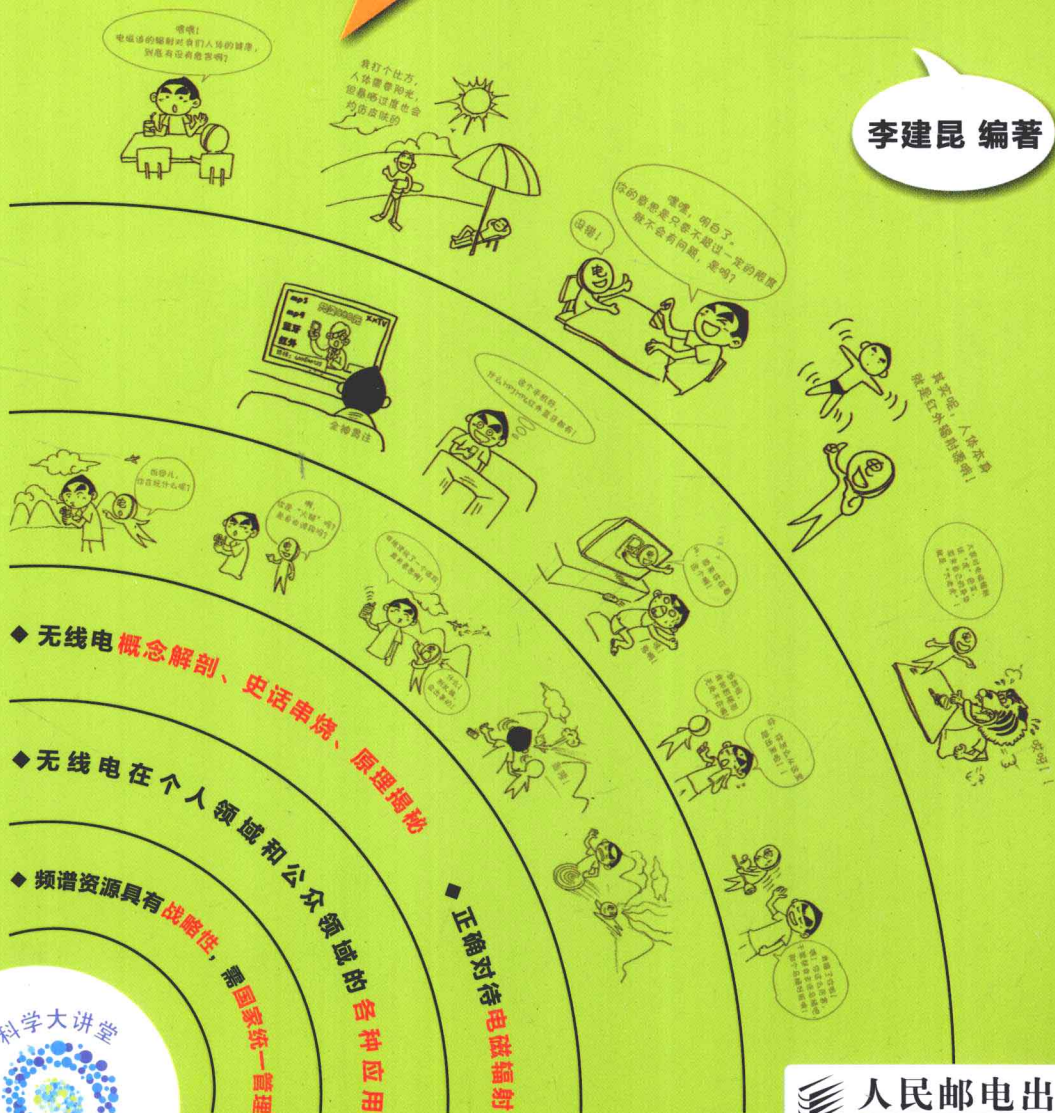
无线电 科普丛书

中国科协繁荣科普创作项目

如影随形

无处不在的无线电波

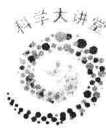
李建昆 编著



科学大讲堂



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

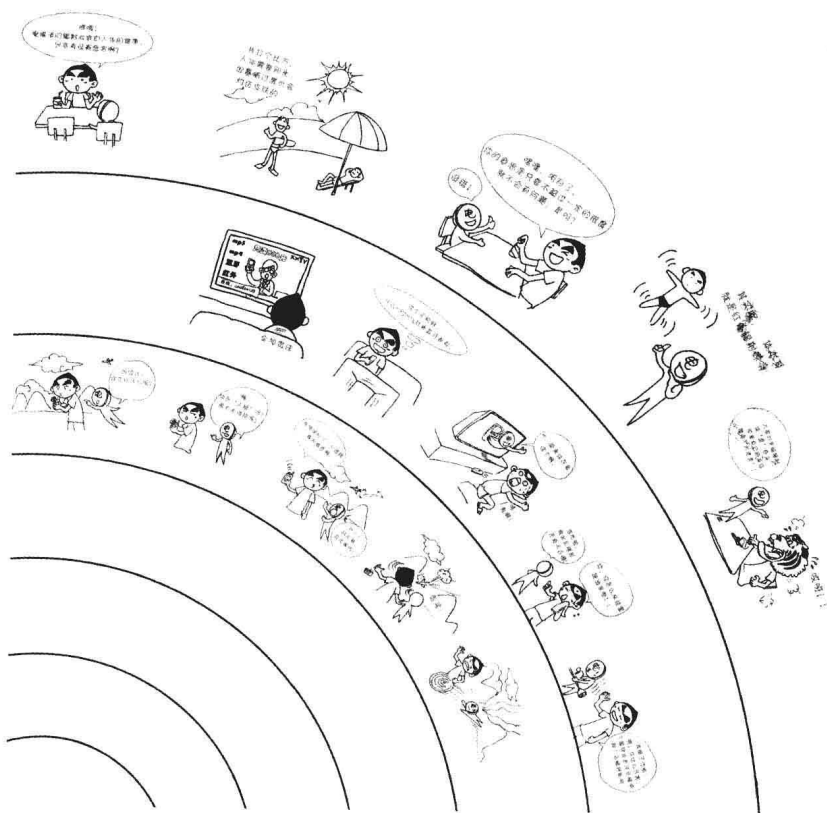


无线电 科普丛书

如影随形

无处不在的无线电波

李建昆 编著



人民邮电出版社
北京

图书在版编目(CIP)数据

如影随形：无处不在的无线电波 / 李建昆编著. --
北京：人民邮电出版社，2012.4
(无线电科普丛书)
ISBN 978-7-115-26635-4

I. ①如… II. ①李… III. ①无线电技术—普及读物
IV. ①TN014-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第273527号

内 容 提 要

无线电波人人都知道，并且天天都在使用，但其包含的丰富内容并非人人都了解。在当今社会中，随着国家通信设施的建设加速，大家可能还对一些地方的通信天线存在认识上的误区。

本书围绕无线电波原理、应用及管理三大中心，分成3个篇章展开介绍。第1篇就无线电波的原理展开阐述，通过原理解剖、历史回顾、信号传播等方面，让大家了解无线电波技术到底是怎样的一种技术。第2篇就无线电波在生活中的应用等方面展开讨论，让大家了解到其实我们就生活在一个大磁体上，而且人体本身也是带红外波的放射源，从而打消人们对电磁辐射“谈虎色变”的误解。此外，还对个人及公众领域的各种应用分别进行了介绍。第3篇是管理规定篇，首先让大家认识到无线电波是一种国有自然资源，之后谈到了具体有哪些国家和地方的管理规定，最后阐明了无线电波对国家建设具有战略性的原因。

全书架构紧紧抓住这样一个事实——人们其实生活在一个充满无线电波的自然空间，这些电磁波如影随形地跟随着我们，大可不必对其产生恐慌心理，我们要在安全界限内合理地运用它，为社会发展及个人应用创造出应有的价值。

无线电科普丛书

如影随形——无处不在的无线电波

◆ 编 著 李建昆

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：13

字数：126千字

2012年4月第1版

印数：1—4000册

2012年4月北京第1次印刷

ISBN 978-7-115-26635-4

定价：35.00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

现在很多人对电磁辐射存在误解，只要是看见小区附近有基站的天线就惶惶不可终日。实际上，我们就生活在无线电波无处不在的世界。人造卫星与地面联系在用，飞机、轮船上有与机场或港口通联的电台，微波炉热菜也在用电磁波。所以，大家对此大可不必“谈虎色变”，就像我们生活中的空气，也不是绝对的真空，而是充满各种细小的微生物和尘埃（特别是在某个秋后的下午拉开窗帘的一角，让阳光倾泻下来的时候）。如果真把我们置入空无一物的真空当中，当真是无法生存的，空气中的无线电波也是这个道理，只要没有超过污染的界限，就是对我们有用的，是“有益菌”。

一个人的知识体系、人文素质，是从小开始后天培养形成的，在当今中国高速发展的同时，国民教育素质的亟待提高，也将成为国家富强的一个重要标志。就在作者写作本书时，日本福岛发生“3·12”九级大地震，造成核电厂的核泄漏，日本人在此次地震发生时临危不乱、冷静有序让人印象深刻。而在中国由于某一撮利益团伙的煽动，发生了抢购食盐的闹剧，抢购潮一时间席卷全国。谣言止于智者，要消除民众的恐慌，当务之急是要向民众普及科学知识、保证信息公开。但这并非一朝一夕之功，要从中小学生抓起，他们是祖国未来的栋梁。如果这本书也能帮助他们对无线电波有一个全面立体的了解，从小树立对于电磁辐射的正确认识，对国民素质的提高能起到一点小小的作用，就算略尽绵薄之力了。

现在满大街的各种手机飘过，已经成为不是时尚的时尚。3G时代的到来，更将推动手机集成更多的个人以及行业应用，未来的世界真可谓“一机在手，别无他求”。因为手机可以集成信用卡、



门禁及 PDA 功能，那时出门甚至不用带钱、钥匙或公文包，只要有手机就可以方便办事了。人们的生活和工作越来越离不开手机，但是支持手机信号传递的基站，却由于人们的误解，在人群越密集的区域越是难以落地建设。这种情况就造成了，人们一边抱怨手机信号的不稳定，又一边抱怨基站天线的电磁辐射对人体有伤害的两难境地。其实，未来的社会发展，手机将以无孔不入的方式渗透进入人们的生活之中，而且基站的电磁辐射并不比家用电器（比如微波炉、空调等）对人体来得大。所以这本书在这方面做了很多普及性的介绍，让人们打消对于电磁辐射的误解，认清辐射与污染的界限，也为电信运营商及集成商在开展工作时，提供一个便利的宣传窗口。

今天，无线电技术蓬勃应用，很多人对于如何正确合法地运用无线电波缺乏必要的了解。有很多人在飞机起降时，仍旧肆无忌惮地把玩着手机之类的电子产品；不少人认为在公共场合里，运用电子类的“三无”产品与他人安全并无关系；还有人觉得无线电台是私人物品，我想设就设，跟别人没有关系。凡此种种，其实都涉及公共领域的无线电安全，本书将针对这些方面一一展开阐述，解释为什么不能这么操作，并且告知大家因此会造成的危害性后果，以及将承担的法律责任等。

最后，要特别感谢人民邮电出版社刘洋编辑对我的支持，没有他的关注就没有这本书的诞生。同时也要感谢家人对我的支持，我在工作之余花费了大量时间和精力投入到这本书的写作中，使得我没有尽到照顾家庭的责任，在此真诚地向家人说一声：“你们辛苦了！”

由于编者水平有限，加之时间仓促，书中难免有不妥之处，还望同行专家和广大读者不吝赐教，给予诚挚的批评和指正。本书编辑邮箱：liuyang@ptpress.com.cn。

目 录

Contents

第 1 篇 基础理论篇

第 1 章 无线电概念解剖 2

章首导语

我们向湖面投入一块石头，可以看到以投入点为中心荡开一圈圈涟漪，在水平面四散开来传播。这里可以形象地把无线电理解为空气中的波浪，实际上它是一种由电磁振荡而引起的电场与磁场的波动，和水波在水面波动有相似之处。

1.1 我是谁——无线电到底是什么 4

1.2 打水漂——我是如何动起来的 7

1.3 隔空打牛——“无线”作用力的推手 10

1.4 一分为二——电磁场的波粒二象性 13

1.5 无处不在——生活中处处可见的痕迹 16

第 2 章 无线电史话串烧 20

章首导语

赫兹设计了一个简单的检波器来探测电磁波，他将一小段导线弯成圆形，线的两端点间留有小电火花隙。因电磁波应在此小线圈上产生感应电压，而使电火花隙产生火花。所以他坐在一暗室内，检波器距振荡器 10 米远，结果他发现检波器的电火花隙间确实产生了小火花。

2.1 奥斯特——我被磁针撞了一下腰 22

2.2 安培——追着移动的“黑板”做题 25

2.3 法拉第——描绘不可思议的力线 28

2.4 麦克斯韦——接过大师火炬的思考者 31

2.5 赫兹——用实验证明理论的伟大 34

2.6 马可尼——穿越大西洋上空的奇迹	37
第3章 无线电原理揭秘	44

章首导语

由接收机中的选择性电路,选择所要接收的某个电台发射的无线电波,利用它直接去推动耳机是不行的,还必须经检波器使曾经被“寄载”的高频振荡波与高频信号分离,由检波器输出的音频信号送到耳机听筒,才可以收听到所需要的信号,所以结果就是“从汽车上下来的还是那个人”,远距离通信的目的也就实现了。

3.1 硬币电池——从一个简单的实验做起	46
3.2 信号转换——将声信号转换成电信号	48
3.3 产生振波——千里马就是这样炼成的	51
3.4 发送电波——将打包的产品推向天空	53
3.5 编码调制——传音入密的腾空筋斗云	58
3.6 解调信息——从车上下来的还是那人	61

第2篇 生活应用篇

第4章 地球就是一个大磁场	66
----------------------------	-----------

章首导语

地球的自转造成地核中的“涡旋”,从而产生磁场。地球是一个高速旋转的球体,在这个球体的中心里面充斥着液态铁。这种铁元素的涡旋状流动,再加上地核与地球各外层间差异旋转的加速效应,以及地球自身的自转,而使其产生电磁效应递增效果。从而使地球形成了一个综合磁场。

4.1 巨大泪滴——保护人类生存的磁层	68
4.2 美丽极光——与太阳风的亲密接触	71
4.3 大陆漂移——地球磁场变换的证据	74
4.4 候鸟迁徙——动物也在利用地磁场	78
4.5 司南传说——中国人引以为傲的发明	81



第5章 正确对待电磁辐射 87

章首导语

自然界有无数的电磁波放射源,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,凡在绝对零度(-273°C)以上的环境,无一例外在发射着不同程度的红外线,因此人体本身就是红外辐射源,我们本身就是一只只“大老虎”。

5.1 以光之名——来自自然界的电磁波 89

5.2 天人合一——同质异名的两种辐射 92

5.3 人体温度——其实我们也是辐射源 97

5.4 基站辐射——比电视和空调更环保 100

5.5 和谐共生——分清辐射与污染的界限 103

第6章 在个人领域的各种应用 108

章首导语

现代的手机已经越来越像一把多功能的瑞士军刀了。除了MP3、MP4、红外及蓝牙,新型的手机还可以用来发送传真,可以订餐和订票、可以看电影和电视、可以刷卡和消费,甚至可以视频通话!这些都是最初的手机发明者所始料不及的。

6.1 用耳朵听——收音机又响起熟悉的旋律 110

6.2 用嘴巴说——是谁抢走了我的麦克风 113

6.3 用眼睛看——家中必不可少的电视机 116

6.4 用牙口吃——微波炉是现代化烹调灶具 120

6.5 用手指使——越来越广泛的手机族群 124

第7章 在公众领域的各种应用 128

章首导语

对于需要覆盖的居民小区,由于这里是人口密集居住的场所,自然要建设相应的基站,以保证小区居民的手机能正常通话。否则就会出现网络“空洞”,用通信专业术语来讲,就是出现了“盲区”。我们所承受的基站辐射,远比家里的手机、电视机、收音机等发出的来得低。

7.1 通信基站——手机互相联系的保证 130

7.2 雷达应用——现代的千里眼和顺风耳	134
7.3 导航应用——GPS 系统的前世今生	138
7.4 红外、蓝牙——近场通信的哼哈二将	142
7.5 Wi-Fi 模块——走向 4G 的无线局域网	147

第 3 篇 管理规定篇

第 8 章 无线电频谱为何需国家统一管理	152
----------------------------	-----

章首导语

随着无线电技术的发展，在社会各行各业广泛应用，生活空间密布着越来越多的无线电波。如果不划分好各种设备工作的波段，势必出现无线电波之间相互干扰的情况，严重的甚至会引起航行中的飞机受到干扰，因而失去与地面的联系导致空难。

8.1 无线干扰——飞机上为何不能打电话	154
8.2 波行其道——八仙过海各显神通	157
8.3 各司其职——不同波段的使用范围	161
8.4 飞越国界——国际电信联盟的发展	168
8.5 业余电台——散落在世界各地的“火腿”	173

第 9 章 无线电频谱资源为何具有战略性	178
----------------------------	-----

章首导语

现在人们生活的交通条件得到大幅改善，已经形成了“铁水公空”完善的立体交通体系，其无线电专用频率应用是否正常，直接关系到交通体系的营运安全。要加强对民用航空、公路运输、轨道交通等专用无线电频率的监测，为各种交通运输“保驾护航”。

9.1 蓬勃发展——我国已成无线电利用大国	180
9.2 科研应用——从隔墙看到遥望太空	184
9.3 国防建设——电子战在当代战争的运用	188
9.4 经济强国——移动互联网时代的生意经	192
9.5 集中管理——有效监管无线电的关键点	195

参考文献	200
------------	-----



第1篇

基础理论篇



第1章 无线电概念解剖

第2章 无线电史话串烧

第3章 无线电原理揭秘

THE **第1章** FIRST CHAPTER

无线电概念解剖

章首导语

我们向湖面投入一块石头，可以看到以投入点为中心荡开一圈圈涟漪，在水平面四散开来传播。这里可以形象地把无线电理解为空气中的波浪，实际上它是一种由电磁振荡而引起的电场与磁场的波动，和水波在水面波动有相似之处。



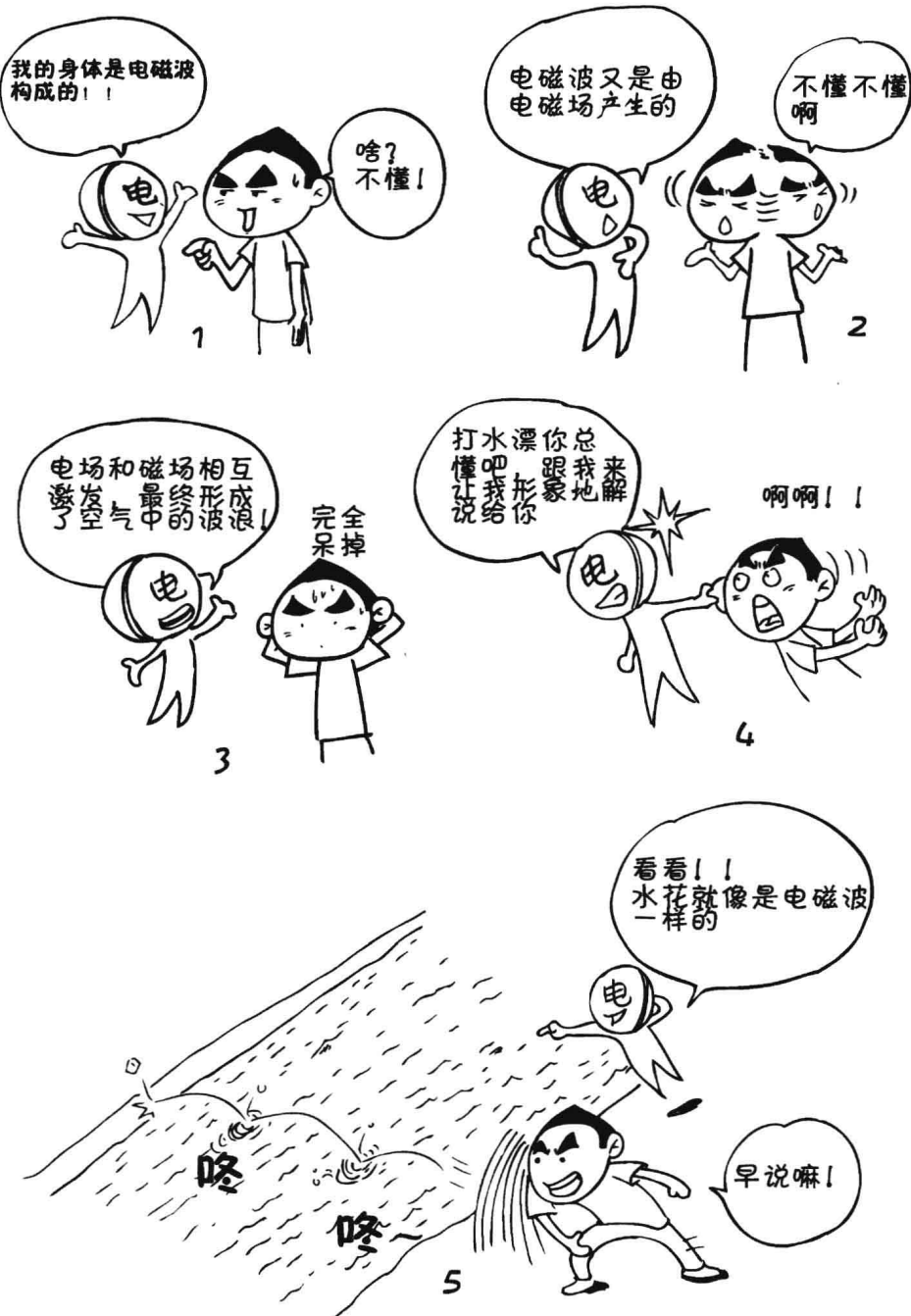


图 1-1 章首漫画

1.1 我是谁——无线电到底是什么

当我们用计算机上网时，会发现每台主机的后面都拖着一根网线。剥开这根网线，会看见里面有很多扭成一股股的金属导线（如图 1-2 所示）。当不同的计算机之间要传递信息时，通过这些导线会传送出高低各异的电平信号，以此来满足人们之间的通信需求。

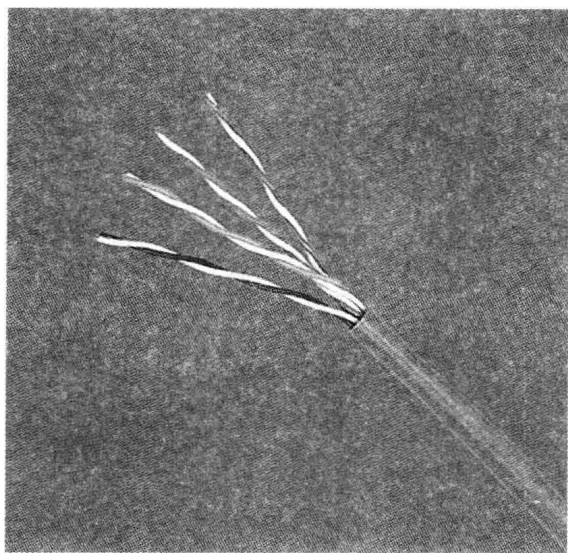


图 1-2 剥开的网线

在一个多世纪前，人们发现了无线电波。这种东西既看不见，也摸不着，但它确实存在于人们身边。区别于有线信号传输，用它来传递信息是不需要导线的，这为日后的广泛应用提供了方便快捷的基础。



什么是无线电呢？顾名思义，首先区别于有线传输，它是在空间传播的，所以冠以“无线”二字做定语；其次是后面的“电”，通俗角度说是电波，更严谨的解释应该是“电磁波”。

我们向湖面投入一块石子，可以看到以投入点为中心荡开一圈圈涟漪，在水平面四散开来向周围传播（如图 1-3 所示）。这里可以形象地把无线电理解为空气中的波浪，实际上它是一种由电磁振荡而引起的电场与磁场的波动，和石子引起的水面波动有相似之处。

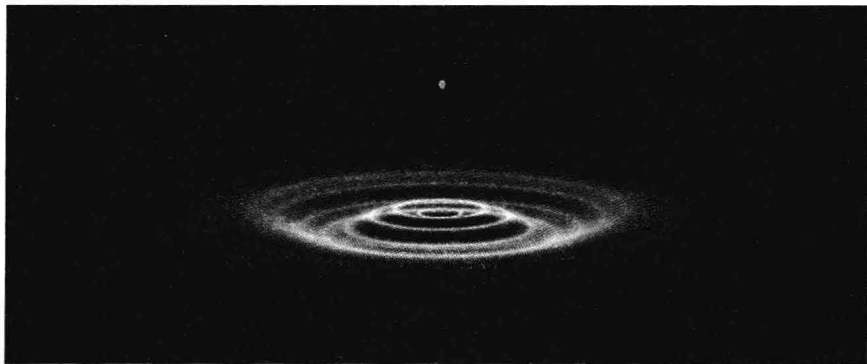


图 1-3 逐渐荡开的涟漪

当电场与磁场的波动在空间以水波形式传播时，这种随时间而变化的电场和磁场，就称为电磁波。而无线电波就是这样一种电磁波。

电磁波的范畴可大了，按照电磁波频率递进的顺序，由低到高可以分为无线电波、红外线、可见光、紫外线、X 射线、

宇宙射线等。由此可见，无线电波仅仅只是电磁波大家族里的一员而已（如图 1-4 所示）。

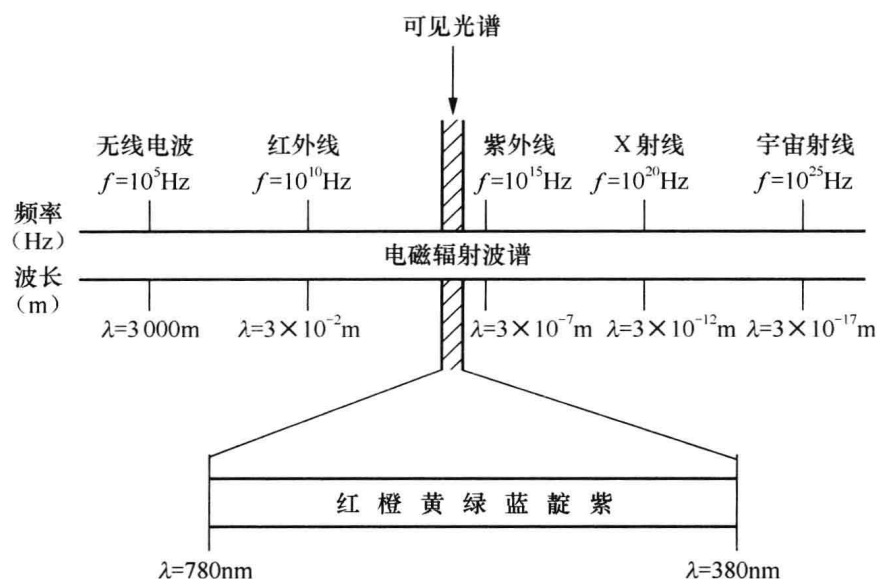


图 1-4 电磁波家族光谱图

无线电波在空间传播，根据频率（或者波长）的不同，有着不同的传播特性，人们正是根据其不同特性加以分别利用，从而享受着实况的电视转播，随处的相互通信，同城的即时调度，跨洋的可视电话等；可以发现遥远太空里的各种星球，更深入地了解宇宙，可以控制天上的航空器、水上的船舶；可以发现微观世界的种种奥秘等。

揭开无线电波神秘的面纱，对于人们的生活以及生产方面而言，突破了有线信号传输的“瓶颈”，使得社会的信息化建设从有形层面延展至无形层面，从而加快了整体经济前进



的步伐，使人们的生活环境变得越来越美好。

1.2 打水漂——我是如何动起来的

无线电的身体是由电磁波组成的，而电磁波又是由电磁场产生的，当其中的电场和磁场相互激发，最终形成了空间的波浪。还记得小时候在河边打水漂吗？

当我们将石片旋转着掷向水中，水面会掠过一圈圈的涟漪（如图 1-5 所示）。事实上，当一个变化电场产生了一个变化磁场，而这个变化磁场又会产生另一个变化电场；此电场再产生一磁场，如此继续下去，循环反复就形成了电磁波。而在空气中这么一圈圈荡开来的电波，不正像打过水漂后水面上的一圈圈涟漪吗？



图 1-5 小时候打水漂的记忆

电磁波的电场和磁场在形式上都是一样的，它们都是以同一速度向同一方向推进，在时间上同相，但在空间上却互相垂直（如图 1-6 所示）。电场与磁场的振幅之间有一定的比值，麦克斯韦发现这可以用偏微分方程表达，在高等数学里称为“波动方程”。

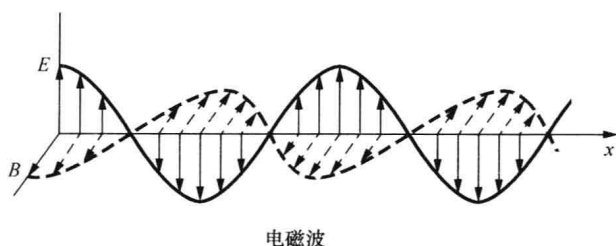


图 1-6 时间上同相而空间上互相垂直

事实上在电场变化着的电介质中，也存在空气中的微弱电流，一般称为“位移电流”。电位移来源于电介质中的带电粒子在电场中受到电场力的作用，这些带电粒子虽然不能自由流动，但还是会发生原子尺度上的微小位移（如图 1-7 所示）。电位移随时间变化也要产生磁场，在这种相互作用下，产生了电磁波。

无线电波的原理在于，导体中电流会产生无线电波。利用这一现象，通过调制可将信息加载于无线电波之上。当电波通过空间传播到达收信端，电波引起的电磁场变化又会在导体中产生电流，通过解调又将信息从电流变化中提取出来，就达到了信息传递的目的。