

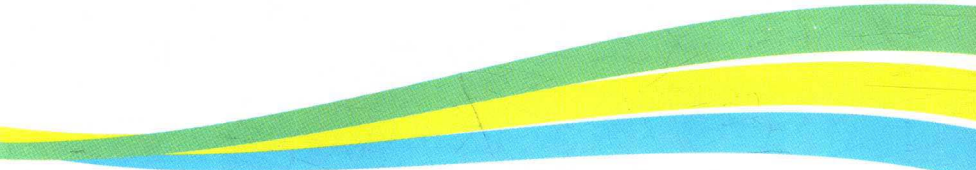
身边的 电磁污染及 防护

郝利君 李华芳 编著

 科学普及出版社



身边的电磁 污染及防护



郝利君 李华芳 编著

科学普及出版社

· 北 京 ·

图书在版编目(CIP)数据

身边的电磁污染及防护/郝利君,李华芳编著.—北京:科学普及出版社,2010.4

ISBN 978-7-110-07244-8

I.①身… II.①郝… ②李… III.①电磁辐射-防护 IV.①X591

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第050570号

本社图书贴有防伪标志,未贴为盗版。

科学普及出版社出版

北京市海淀区中关村南大街16号 邮政编码:100081

电话:010-62173865 传真:010-62179148

<http://www.kjpbooks.com.cn>

科学普及出版社发行部发行

北京长宁印刷有限公司印刷

*

开本:880毫米×1230毫米 1/32 印张:7.25 字数:220千字

2010年4月第1版 2010年4月第1次印刷

印数:1—5000册 定价:36.00元

ISBN 978-7-110-07244-8/X·35

(凡购买本社的图书,如有缺页、倒页、
脱页者,本社发行部负责调换)

前言

“电磁污染有可能是本世纪人类活动制造出来的最严重的污染。”

安德鲁·威尔博士，美国知名健康专家如是说。

本书是讲述电磁污染的，讲述面对身边的电磁污染，我们该采取什么样的对策。

电磁污染是继水污染、大气污染、噪声污染之后，人类在 21 世纪面临的第四污染。

在本书中，我们讲述了身边值得关注的电磁污染现象，包括家居环境中的电磁污染现象，室外环境中的电磁污染现象以及工作环境中的电磁污染现象。由此展开，就大家关注的电磁环境的话题做了较为详尽的论述。

生活在 21 世纪，科技的高度发达，给我们带来了大量的高科技电子电气设备。这些设备的使用，都离不开电，都离不开电磁波的应用。

电磁波理论告诉我们，任何用电设备都将在其周边产生电磁能量，超过一定强度的电磁能量泄漏，就构成了常说的电磁污染。

可以这样说，生活空间的电磁环境，就是一个不同频率、不同强度的电磁波的海洋。如果说，没有水，没有大气，没有声音，人类将无法生存，那么，如果人类生存在没有电磁波的世界，也是无法面对，无法想象的。

作为一个术语，电磁污染常常被媒体、被公众提及，还是进入 21 世纪以后的事情。在此之前，电磁污染，更多的是和无线电发射、电力系统、



广电系统、工业感应加热等职业工作场所相关联。

进入 21 世纪，伴随着环保意识、健康意识的不断增强，人们比以往更关注自身生活环境的质量。除了关注大气环境、水环境、声环境以外，电磁环境也作为一个新的环境质量指标走进人们的生活。公众对电磁场可能影响人体健康的关注度在不断增加。

但是，电磁环境与大气、水、声环境相比，还是有其特殊性的。大气环境不好，我们可以看到；水的质量不好，我们可以感觉到；声环境不好，我们可以听到。然而，电磁环境就复杂了，我们不可能直接通过感官感知到电磁辐射的存在。电磁辐射污染存在其特殊性，其特殊性主要体现在以下三个方面：

生活空间中电磁辐射的水平高低，不容易被广大公众得知；

多大强度的电磁辐射水平才会构成对公众健康的危害，众多研究机构莫衷一是；

面对多种形式的电磁波，在日常生活、工作中，需要进行怎样的电磁防护？

近年来，移动基站、高压输电线、广播电视发射塔周边的房地产项目中，由电磁环境因素引发的环境纠纷在各地均有出现。

对于公众来说，得到电磁污染的资讯，一般是通过多种媒体。常常出现这种状况，就是大家听到的很多资讯都是权威媒体发布的，但资讯传达出来的信息却是截然不同的。与此同时，互联网传播的电磁知识的随意性，更使得公众无所适从。

在人们身边，常见的主要的电磁辐射污染源有：广播电视发射塔、移动基站、高压输电线、变电站、卫星地面发射天线、医用理疗设备、微波炉及电磁灶、手机、电脑，等等。这些电磁辐射污染源的工作原理是怎样的？这些设施、设备运行中产生的电磁辐射水平到底有多大？



居住、生活在其周边，从保护人体健康的角度，与电磁辐射源的保护距离多大为宜？在日常的生活、工作中，究竟怎样进行电磁防护，才能降低电磁污染对人们身体的危害？这是广大公众迫切需要了解的内容。

本书将提供给您这方面的答案。

为了使本书更通俗易懂，为社会不同阶层的人们所接受，我们将电磁污染现象归纳为若干个话题，然后就每个话题逐一展开论述。之所以采用话题方式介绍这些电磁知识，是不想把这本书变成一部严肃的教科书，而是将复杂的电磁现象，采用聊天的方式，娓娓道来，不致使得大家望而生畏。此外，作为科普读物，本书面向的读者是广大公众，不是专业人员。因此，在文字的叙述上尽量采用通俗易懂的语言，并且配合以生动的漫画。希望这样的设计能够使读者轻松愉快地了解到电磁方面的有关知识。

本书将就如下这些话题展开论述。这些话题是：

话题一：电磁波和电磁辐射污染；话题二：电磁辐射标准的介绍和解读；话题三：移动通信基站和健康；话题四：高压线、变电站的工频电磁场；话题五：广播电视塔、通信天线周边的电磁环境；话题六：手机的辐射与健康；话题七：工作场所职业电磁辐射状况及防护技术；话题八：家居环境电磁辐射防护知识。

应该说，电磁污染研究是一门新兴的科学，它是集电磁场理论、天线理论、医学、环境科学等多学科于一体的边缘科学。电磁辐射污染对人体健康影响的研究，在相关国际组织和许多国家都在进行。但我们必须看到，这些研究在某些方面还处于相对初级的研究阶段。

比起二十年前，我们工作和生活环境中的电磁场能量增加了许多倍，科学家和社会学家都对这种变化表示了忧虑和关注，电磁场的生



物效应也成为公众关注的热点。在这种局面下，我们必须直面电磁环境的恶化，正确地评估和全面地研究才是科学的态度。

我们希望这本书能帮助大家正确认识生活和工作中的电磁污染现象，为大家日常生活以及工作中的电磁防护起到参考作用。

我们感谢北京市科学技术委员会对《身边的电磁污染及防护》一书的资助。在本书的写作过程中，北京市劳动保护科学研究所领导给予了大力支持，在此一并表示感谢。

编 者

2010 年 1 月 31 日

目录

话题一 电磁波和电磁辐射污染..... 1

- 一、电磁学的发展历史 2
- 二、电磁波的基本概念及名词解释 4
- 三、电磁能的广泛应用 9
- 四、现代环境中的电磁辐射概况及辐射危害 10

话题二 电磁辐射标准的介绍和解读..... 29

- 一、我国电磁辐射相关标准概况 30
- 二、《电磁辐射防护规定》 32
- 三、《500kV超高压送变电工程电磁辐射环境影响评价
技术规范》 38
- 四、作业场所电磁辐射职业接触限值标准 40
- 五、作业场所电磁辐射检测注意事项 53



话题三 移动通信基站和健康..... 55

- 一、移动通信机理的简单介绍 60
- 二、移动基站采用天线形式及移动通信的电波传播 63
- 三、移动基站的电磁辐射环境标准及针对移动基站的规定 64
- 四、移动基站电磁辐射对人体健康的影响 66
- 五、移动基站周边环境电磁辐射水平 67
- 六、移动基站建设中环境保护距离的计算 69
- 七、移动基站选址建设的反思 71

话题四 高压线、变电站的工频电磁场..... 75

- 一、我国电力输配电系统介绍 79
- 二、我国高压输变电工程环境保护相关法律和规定 81
- 三、高压输电线周边环境的电磁场分布及分析 82
- 四、变电站周边环境的电磁场分布及分析 86
- 五、都市写字楼和大型商场的工频电磁环境 87
- 六、国际国内工频电磁场标准 88
- 七、工频磁场危害及限值标准的讨论 90

话题五 广播电视塔、通信天线周边的电磁环境..... 93

- 一、无线电波传播 94
- 二、广播电视发射塔 95



三、中波广播发射塔电波辐射和传播	97
------------------------	----

四、城市短波微波通信设施的分析	101
-----------------------	-----

话题六 手机的辐射与健康	103
---------------------------	------------

一、手机的广泛使用	104
-----------------	-----

二、手机电磁辐射的产生	104
-------------------	-----

三、手机辐射的危害	106
-----------------	-----

四、手机电磁辐射的相关标准	112
---------------------	-----

五、比吸收率的相关话题	115
-------------------	-----

六、手机使用中的注意事项	116
--------------------	-----

七、关于手机防辐射产品的讨论	119
----------------------	-----

话题七 工作场所职业电磁辐射状况及防护技术	121
------------------------------------	------------

一、职业电磁辐射防护迫在眉睫	122
----------------------	-----

二、需要做电磁辐射防护的作业场所及岗位	123
---------------------------	-----

三、工作场所电磁辐射测量	124
--------------------	-----

四、典型工作场所电磁辐射水平	128
----------------------	-----

五、工频磁场对计算机CRT显示器的干扰	139
---------------------------	-----

六、工作场所电磁辐射治理案例	141
----------------------	-----

七、现代企业电磁防护的新特点及电磁防护对策	147
-----------------------------	-----



话题八 家居环境电磁辐射防护知识····· 151

- 一、对待生活中电磁污染的态度 ····· 152
- 二、特殊人群的电磁防护 ····· 154
- 三、微波炉的电磁辐射和使用中的防护措施 ····· 157
- 四、电磁炉的电磁辐射和防护 ····· 162
- 五、计算机及无线网络设备的电磁辐射及日常防护 ····· 165
- 六、家居环境中的工频磁场 ····· 169
- 七、理疗机的电磁防护 ····· 170
- 八、电磁防护面料及防护服装的选购使用 ····· 171
- 九、生活、工作环境中的电磁兼容知识介绍 ····· 181

附录一 电磁环境及电磁兼容相关术语····· 187

附录二 电磁辐射相关标准及规定····· 190

参考文献····· 220

话题一

电磁波和电磁辐射污染



电磁波，无处不在，就像空气一样，存在于人类生活的广阔空间中。

随着电子技术的飞速发展，世界已经进入信息时代。我们在工作生活中都离不开电磁波的应用。电磁波的应用在给人们带来方便、舒适、快捷生活的同时，也给人们带来种种负面效应。环境电磁污染的健康危害已经引起了人们的广泛忧虑和关注。

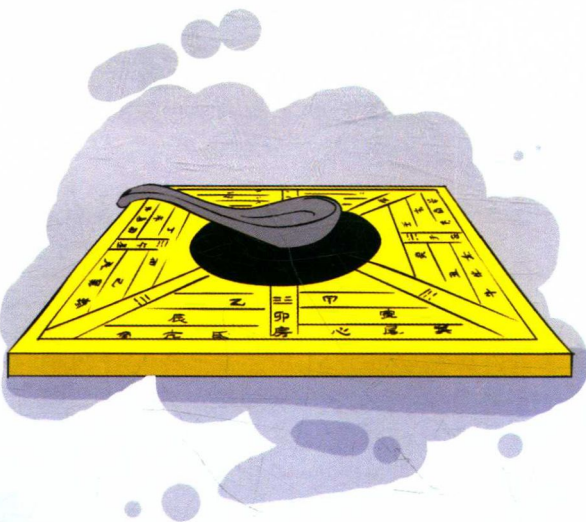
电磁波，是人类的朋友，但处理不好，也可能会成为人类的敌人。



一、电磁学的发展历史

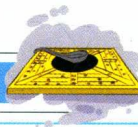
从人类开始在这个地球上生存的时候，身边就伴随着各种各样的电磁波。甚至可以说，电磁波的历史远比人类的历史要长久得多。

自古以来，人们就知道许多电磁现象，其中包括磁铁、琥珀具有的吸引物体的能力。古希腊、波斯、中国的书籍中都记录了很多类似的现象。我国古代四大发明之一的指南针就利用了电磁学的基本原理。



在人类的生产实践中，人们很早就在不知不觉中利用了电磁波，但直到 19 世纪中叶之前，人们还没有认识到电磁波的本质。

在电磁学发展的历程中，有很多伟大的科学家做出了卓越的贡献。让我们记住这些在电磁学发展历史中做出伟大贡献的科学家的名字和他们非凡的、里程碑式的发现。



1820年，丹麦物理学家奥斯特（Oersted）发现电流可以产生磁场。奥斯特的发现开辟了物理学的新领域——电磁学。1934年以“奥斯特”命名厘米·克·秒单位制（CGS）中的磁场强度单位。

1821年，英国物理学家迈克尔·法拉第（Michael Faraday）提出“由磁产生电”的大胆设想，并开始了艰苦的探索。1821年9月，他发现通电的导线能绕磁铁旋转以及磁体绕载流导体的运动，第一次实现了电磁运动向机械运动的转换，从而建立了电动机的实验室模型。经过无数次实验的失败，法拉第终于在1831年发现了电磁感应定律。这一划时代的伟大发现，使人类掌握了电磁运动相互转变以及机械能和电能相互转变的方法，成为现代发电机、电动机、变压器技术的基础。

英国科学家詹姆斯·克拉克·麦克斯韦（James Clerk Maxwell）是继法拉第之后集电磁学大成的伟大科学家。麦克斯韦主要从事电磁理论、分子物理学、统计物理学、光学、力学、弹性理论方面的研究。尤其是他建立的电磁场理论，将电学、磁学、光学统一起来，是19世纪物理学发展的最光辉的成果。他预言了电磁波的存在，这种理论预见在后来得到了充分的实验验证。他为物理学树起了一座丰碑，造福于人类的无线电技术，就是以电磁场理论为基础发展起来的。

德国物理学家赫兹（Hertz）对人类最伟大的贡献是用实验证实了电磁波的存在。1888年，赫兹还通过实验确认了电磁波是横波，具有与光类似的特性，如反射、折射、衍射等，并且实验了两列电磁波的干涉，同时证实了在直线传播时，电磁波的传播速度与光速相同，从而全面验证了麦克斯韦的电磁理论的正确性。并且进一步完善了麦克斯韦方程组，使它更加优美、对称，得出了麦克斯韦方程组的现代形式。此外，赫兹又做了一系列实验。他研究了紫外光对火花放电的影响，发现了光电效应，即在光的照射下物体会释放出电子的现象。这一发

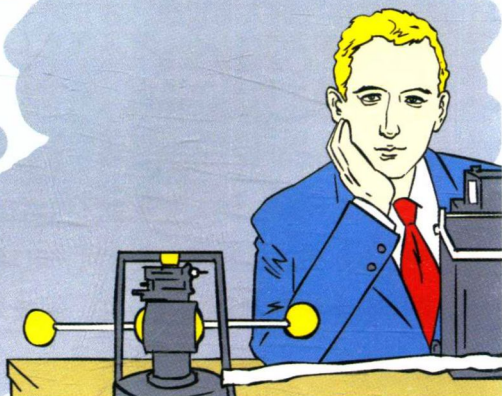


现，后来成了爱因斯坦建立光量子理论的基础。赫兹实验不仅证实麦克斯韦的电磁理论，更为无线电、电视和雷达的发展找到了途径。赫兹对人类文明作出了很大贡献，为了纪念他的功绩，人们用他的名字命名各种波动频率的单位，称为“赫兹”。

第一次采用电磁波传递讯息是 1896 年由意大利的马可尼开始的。马可尼，意大利

电气工程师和发明家，无线电技术的发明人。1901 年 12 月，在英国与加拿大之间（距离为 3540 千米），实现穿越大西洋的无线电通讯，使无线电达到实用阶段。

进入当代，人们发明了更多的电子电气设备。21 世纪，人类已经进入一个信息化的时代，各种电子、电气设备已经成为现代生活的必需品，极大地提高了人们的生活品质。



二、电磁波的基本概念及名词解释

世界已经进入了信息时代，电子、电气设备以及大型电子电气装置获得了极其广泛的应用，人类生活空间的每一个角落都充斥着电磁波，大城市的电磁环境更是越来越复杂。我们举一个例子。大家知道，电子产品的电磁兼容研究及测试需要在模拟开阔场进行。开阔场是指



一定大小、平坦开阔，远离建筑、电线、栅栏、树林、地下电缆及金属管道等环境电磁干扰电平很小的场地。随着电子电气设备及无线通信的高速发展，找一块不受电磁场影响的开阔场越来越难。某电磁兼容研究中心在花费近一年的时间以后，才在浙江山区找到一块符合标准的、电磁波强度接近于零的场地，用于电磁兼容研究。就日常生活来说，电磁波无处不在，比如无论我们走到哪里，手机上都有信号的显示，都有广播信号，都有电视信号。

什么是电磁波，电磁波有哪些特性呢？接下来，让我们慢慢地走近电磁波。

电磁波是一种波，而波动是物质运动的一种基本形式。在自然界和日常生活中，我们随处可以看到波动现象。比如在平静的湖面上丢下石头，水面扬起的一层一层波纹。从科学的角度来说，电磁波是能量的一种，凡是高于绝对零度的物体，都会释放出电磁波。电磁波既看不见，也摸不着，我们无法通过身体的感官感知电磁波的存在，但电磁波却是实实在在地存在于我们生活的空间，存在于广袤的宇宙中。

电磁场理论告诉我们，电磁波是电磁场的一种运动形态。变化的电场产生变化的磁场，变化的磁场又会产生变化的电场。变化的电场和变化的磁场构成了一个不可分离的统一的场，这就是电磁场，而变化的电磁场在空间的传播形成了电磁波，电磁能量的传播就如同微风轻拂过水面产生的水波一般，从电磁辐射源头向周围空间辐射开去。

（1）电磁波的基本性质

电磁波频率低时，需要借有形的导体才能传递。原因是在低频的电振荡中，磁电之间的相互变化比较缓慢，其能量几乎全部返回原电路而没有能量辐射出去；电磁波频率高时既可以在自由空间内传递，也可以束缚在有形的导体内传递。在自由空间内传递的原因是在高

频率的电振荡中,磁电相互转换甚快,能量不可能全部返回原振荡电路,于是电能、磁能随着电场与磁场的周期变化以电磁波的形式向空间传播出去,不需要介质也能向外传递能量,这就是一种辐射。举例来说,太阳与地球之间的距离非常遥远,但在户外时,我们仍然能感受到和煦阳光的光与热,这就好比是“电磁辐射借由辐射现象传递能量”的原理一样。

电磁波为横波。电磁波的磁场、电场及其行进方向三者互相垂直。振幅沿传播方向的垂直方向作周期性交变。电磁波的传输速度等于光速 $c(3 \times 10^8 \text{m/s})$,即电磁波以光速传播,在真空中的传输速度是每秒 30 万千米。

麦克斯韦方程组可以解释所有的微观电磁现象。它描述了电磁场分布的本质,那就是,电磁场分布于整个宇宙空间中,电磁场量既是时间 t 的函数,也是三维空间的空间坐标 x, y, z 的函数。

由此,我们知道电磁波具有强度、频率、时间特性三个主要指标。在描述任何一个电磁波的时候,需要说明这三个电磁波的主要指标。电磁波的强度通常用电场强度、磁场强度和功率密度值来度量;对于电磁波的频率特性,一般我们关注的是电磁波能量集中在哪一个频段内;时间特性是指我们接收到的电磁波是连续波还是脉冲波,其运行的时间范围,是全天运行,或是每天间断运行。

(2) 电磁波的能量

电磁波的能量大小由坡印亭矢量决定。

$$S=E \times H$$

其中 S 为坡印亭矢量, E 为电场强度, H 为磁场强度。

E 、 H 、 S 彼此垂直构成右手螺旋关系;由 S 代表单位时间流过与之垂直的单位面积的电磁能,这说明在空间某点的电磁波能量的