

电磁场 与人体健康

- 巫彤宁
- 齐殿元
- 肖雳
- 陆冰松

著



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

电磁场 与人体健康

· 傅德平
· 傅德平
· 傅德平
· 傅德平



中国环境出版社

电磁场 与人体健康

- 巫彤宁
- 齐殿元
- 肖雳
- 陆冰松

著

人民邮电出版社
北京

图书在版编目 (CIP) 数据

电磁场与人体健康 / 巫彤宁等著. — 北京: 人民邮电出版社, 2010.7

ISBN 978-7-115-22359-3

I. ①电… II. ①巫… III. ①电磁辐射—影响—健康—研究 IV. ①X591②R161

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第036755号

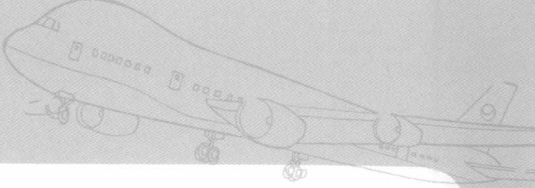
电磁场与人体健康

-
- ◆ 著 巫彤宁 齐殿元 肖 雳 陆冰松
责任编辑 王建军
执行编辑 李 静
 - ◆ 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 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京隆昌伟业印刷有限公司印刷
 - ◆ 开本: 880×1230 1/32
印张: 5
字数: 111千字 2010年7月第1版
印数: 1-5000册 2010年7月北京第1次印刷

ISBN 978-7-115-22359-3

定价: 29.00元

读者服务热线: (010)67119329 印装质量热线: (010)67129223
反盗版热线: (010)67171154



内容提要

在我们的工作和日常生活中，几乎已经离不开手机、电脑、电视、微波炉……，它们在给我们的生活带来巨大便利的同时，我们似乎也被这些“电磁场”包围了。由此引起人们对于“电磁辐射”引发健康问题的担忧。

那么，究竟什么是电磁辐射？到底是如何产生的？电磁辐射对人体有哪些危害？有多可怕？我们又该怎样避开这些给你的生命带来损害的电磁辐射？本书将系统、全面地为你详细讲解有关电磁辐射的知识和故事。

本书还对我们日常生活和工作环境中几乎所有可能接触到的电子电器设备进行了逐一分析，不但介绍了它们产生和发射“电磁场”、“电磁波”的工作机理，更是比较具体地说明了我们应该怎样正确选择和使用这些设备和产品。最后，还呈现给读者一些电磁场能够治病的有益例子，以及目前国际国内正在开展的有关电磁辐射方面的研究情况。

本书面向所有希望了解有关电磁辐射的知识及其与身体健康关系的社会大众，以期对他们正确对待“电磁辐射”和合理使用有关产品提供有益的指导和帮助。

序

19世纪中期，麦克斯韦在总结了几位物理学大师的研究成果之后，建立了电场与磁场之间的联系，并用方程组的形式对它们进行了定量的描述和总结。但是这并不能打消普通人对电磁场的神秘感，因为电磁场确实和人们日常生活中接触的事物不同，具有一定特殊性：不容易用感官察觉，却能够进行“超距离”的作用。

随着科学技术的发展和人民生活水平的提高，日常生活中的电磁波发射设备层出不穷。因为使用状况不同，所产生的电磁环境和对人体局部的照射情况更是多种多样。这就必须要求建立严谨和周全的评估方法以及加大科研投入，从而确保人民的健康。这也是促进无线通信产业健康和快速发展的必需途径。为此，出版这样一本适用于普通群众的有关电磁场安全性问题的读物是十分必要的。

这本书内容通俗，插图丰富。内容涵盖了电磁场理论的重要知识和发展阶段，简述了电磁场和生物体作用的机制，介绍了国内外常用电磁场安全限值导则的制定过程、关键问题、评估方法和常见的电磁场发射产品工作原理、发射频率、电磁场强度、发射功率等，以及因为各自特殊的使用状态可能产生的电磁场安全性和进行合理保护策略的问题。本书希望以尽可能通俗的语言来讨论电磁场的健康效应，消除“电磁辐射”问题的“神秘感”，并打消群众对电磁场问题不必要的担心和忧虑。本书作者长期工作在生物电磁学、电磁场剂量学领域，承担了我国无线通信产品入网SAR测试的工作，也进行了大量的环境电磁场评估工作，本书的每一个章节都凝聚了作者的辛勤汗水，同时也反映了该领域的研究水平。

最后祝愿并相信该书的出版会受到广大读者的欢迎。

工业和信息化部电信研究院 副院长
中国通信标准协会电磁环境与安全防护技术工作委员会 主席

谢 毅

2010年5月

F 前言 Forewords



当我们随手翻看几份报纸，打开电视或者浏览网页的时候，轻易的就可以发现这些媒体中各式各样关于所谓

“电磁辐射”引发健康问题的报道：

从“辐射杀菌的方便面会再次辐射从而引发食用者癌症”、“微波炉加热的肉会致癌”、“手机爆米花”到“高压电线和手机基站会致癌”、“使用电视和电脑会导致流产或不

孕”如此等等，不一而足。真让我们对无处不在的电磁场对健康可能造成的影响产生了担忧。

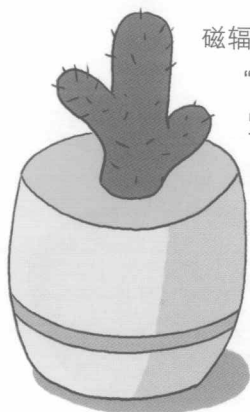


笔者身为专业人员，也遇到过这样的情况。曾经在半夜的时候，笔者的姐姐打来电话，特别激动地通知了笔者的母亲一个消息：刚刚听同事说，如果在卧室中睡觉头部的方向靠近客厅的电视，即使隔着一堵墙，也会受到大量的辐射，从而会脱发和失眠，如果严重的话，会导致脑癌；但是如果把头部转向另外一方的话，正好朝向邻居的墙壁。而邻居也碰巧把电视也放在墙的另外一侧，仍然可能受到“非常危险的辐射”。笔者的母亲听后十分惶恐，为电视的放置位置担心了很久。这种现象在我们周围的

生活中绝非少见。

对于很多人来说，用“担忧”这个词恐怕难以表达他们害怕“电磁辐射”影响健康的心情，很多人甚至患上了“电磁场恐惧症”：拒绝使用手机，不看电视，不用电脑，不使用微波炉，住宅视线范围内不能存在基站塔或者电力线，身穿“电





磁辐射屏蔽服”，佩戴“防电磁波磁卡”，居室内放满“防电磁波的专用植物”，甚至住宅的窗帘都要拉的紧紧的不透光，希望能够通过这样的手段哪怕减少一丝丝的电磁辐射也好，有些人因此患上了“强迫症”。这些场面在我们生活中绝非罕见。

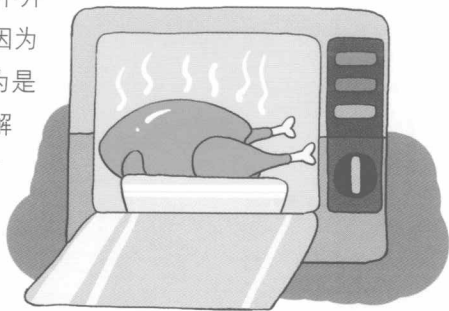
现代社会的成年人竟然对电磁场畏惧如斯，面对电磁场竟然会出现这样极端又可笑的行动，真是值得我们深思。

这些“症状”的发生的机理到底是什么？如何“治愈”这些“症状”？都是本书所关心的问题。

治病需治根，但是这些症状出现的根源绝非单一。最简单的病根，恐怕来源于“电磁场”和“电磁波”对于很多人来说非常矛盾：那就是既陌生又熟悉。

说它们陌生，这并不难理解。它们和温度、湿度、亮度、长度等物理量不同，人们不能用感官去感知，而且人即使处于非常强的电磁场中，也很难用视觉、触觉或者听觉分辨它们。

电磁场对在其环境中的物体的作用形式也十分独特：不通过可视的接触就可能产生非常强烈的作用（例如微波炉不用生火却可以把食品加热到高于 100°C ，移动电话接通时可以使得附近正常工作的话筒发出强烈的“嘟嘟”声音）。这些现象都和我们日常生活中接触的其他相互作用方式不同。从表面上看这些现象确实非常让普通人费解，即使对于电磁场和电磁波领域的“从业者”来说，在大学中开设的“电磁场和电磁波理论”课程因为需要非常扎实的数学功底，也被认为是通信和电磁场专业课程里面最难理解的科目之一。描述电磁波传播的方程“麦克斯韦方程”，更因为涉及了大量高等数学中“散度”、“梯度”的概念而成为看上去结构非常

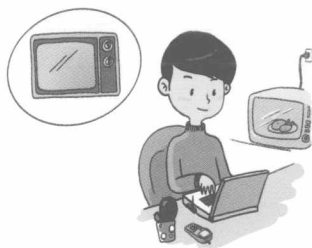
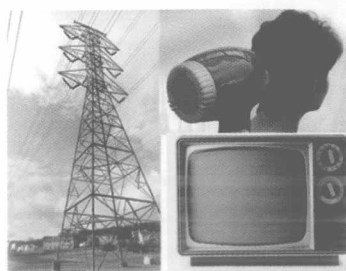
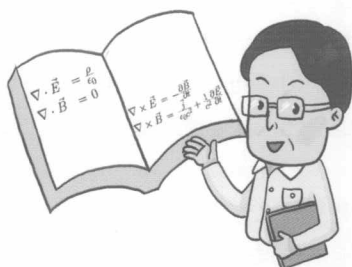


复杂，难于理解的一类方程组。这一切都加深了“电磁场”和“电磁波”这两个科学名词的生疏度。

说它们熟悉，这也是事实。一方面“电磁场”和“电磁波”这两个词在现代社会生活中频繁出现。大量“新技术”产品在广告宣传中也都宣称工作原理与“电磁场”或者“电磁波”有关。环顾我们的生活环境，电磁场不但广泛地应用于广播电视、通信、医疗和交通等方面，而且我们日常生活中的电视机、计算机、微波炉、电吹风甚至防晒霜，都或多或少地发射着“电磁波”，可以说，“电磁场”和“电磁波”已经深入了我们生活的每个角落。

这些有意识和无意识的“电磁波”发射设备的存在，在给我们的生活带来巨大便利的同时，我们发现自己似乎被这些“电磁场”包围了。

所以说，一提到“电磁场”和“电磁波”，人们的心情是非常复杂的。尤其是在电磁场“无所不在”和“无所不能”的今天，人们对于它们的关注更达到了一个从未有过的程度。目前关于电磁辐射对健康影响的各种理解和观点众说纷纭、莫衷一是，其中有乐观和冷静的，也有悲观和激动的；既有比较全面评估的，也有谈虎色变的。当这样一些不同论调甚至是截然不同的观点充斥在



我们周围，加上有些媒体不是非常负责任地进行宣传和报道，更让人们对于“电磁波”产生一种特殊的心理，真可谓又爱又恨。



“电磁波”和“电磁场”究竟是什么东西？它们对人体健康影响的机理是什么？“电磁场”和“电

磁波”使用什么参数来表征？如何正确评价电磁辐射与人体健康的关系问题？到底我们生存的环境是不是会因为各种利用“电磁场”、“电磁波”工作的设备的广泛使用而发生重大改变？什么是“电磁焦虑症”的根源？如何才能消除它？这些问题都需要我们进行深入讨论。

本书首先从电磁场基本知识的介绍入手，使得读者在消除对“电磁场”神秘感觉的基础上，能够区分日常接触的电磁场与核辐射的不同，从而能从心理上缓解对“电磁场”这个名词的畏惧。在这之后，本书将为读者介绍目前国际上关于“电磁场”与生物体作用机制的研究结果。通过这部分的介绍，读者将能够了解到为什么“电磁场”可能对生物体产生危害，以及会产生什么样的危害。在此基础上，本书对我们日常生活和工作环境中几乎所有可能接触到的电子电器设备，尤其是常见和常用的电子电器设备进行了逐一分析，不但介绍了它们产生和发射“电磁场”、“电磁波”的工作机理，更是比较具体地说明了我们应该怎样正确选择和使用这些设备和产品。最后，将呈现给读者一些电磁场能够治病的有益例子和目前我国一些急需开展的电磁场相关的项目。

我们真诚地期望，本书能够对读者提供一些有益的帮助，在享受现代生活给我们带来巨大便利的同时，让我们的身体也更加健康！

在本书的写作过程中，得到了张晨博士、赵宸博士和邵青先生的大力帮助，在此也一并对他们表示感谢。

C 目录 Contents



CCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCC

Chapter 01

电磁场的ABC

- 1.1 电磁场和电磁波 / 002
- 1.2 描述电磁场和电磁波的物理量 / 008
- 1.3 自然界的电磁场和电磁波 / 012
- 1.4 射频频率和无线通信频率 / 015
- 1.5 电磁场近远场的划分 / 018

Chapter 02

辐射与电磁生物效应的机理

- 2.1 辐射的本质 / 024
- 2.2 电离辐射和非电离电磁场 / 027
- 2.3 生物体的组成 / 031
- 2.4 电磁场与生物体的作用 / 035
- 2.5 盲人摸象：个体研究结果与国际组织所确定的电磁场与生物体作用机理 / 040

Chapter 03

国际组织推荐的电磁场标准限值和评估方法

- 3.1 限值 / 046



CCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCC

3.2 电磁辐射的评估方法 / 054

Chapter 04

日常生活中的电磁场

4.1 抗UVA和UVB的防晒霜的选择：紫外线 / 066

4.2 强光照射：可见光与红外线 / 070

4.3 用手机爆米花和煮鸡蛋：微波电磁场 / 073

4.4 电脑：甚低频电磁场暴露 / 102

4.5 咖啡、腌菜和高压输电线：

极低频电磁辐射 / 104

4.6 磁悬浮列车：静磁场和低频磁场 / 108

4.7 电磁脉冲炮和电磁脉冲 / 112

4.8 电力工人的患癌比率：职业照射 / 114

4.9 似雾像云又如风：电磁防护设备 / 115

Chapter 05

“电磁恐惧症”：电磁场的心理作用？

5.1 从“电磁恐惧症”到“电磁超敏症” / 122

5.2 对“症”下药 / 127

CCCCCCCCCCCCCCCC

6.1 微波加热治疗肿瘤 / 132

6.2 微波医学影像技术 / 134

6.3 低频脉冲电磁场促进骨折愈合 / 136

6.4 人造黑洞 / 137

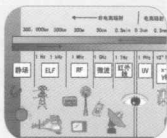
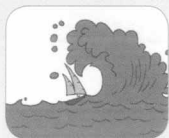
国际和国内正在进行的研究

7.1 国际上正在进行的一些研究 / 142

7.2 我国需要进行的一些研究 / 143

常用网站 / 148

Chapter 01



电磁场的ABC

- ▶ 电磁场和电磁波
- ▶ 描述电磁场和电磁波的物理量
- ▶ 自然界的电磁场和电磁波
- ▶ 射频频率和无线通信频率
- ▶ 电磁场近远场的划分

0101010101010101

1.1

电磁场和电磁波

如果要理解“电磁场”和“电磁波”这两个抽象的物理量，首先需要对“场”、“波”和“电磁”这些基本的概念进行介绍。

1.1.1 “内功”和“场”



“场”确实是非常抽象的事物，想要快速地记下它的科学定义以及真正理解它的含义并不是一件容易的事情。最好的办法是找一个我们相对熟悉的事物来进行类比。其实，在武侠小说中对于“内力”的描写与现代物理学对“场”的定义都非常相似。对它们进行分析，有助于我们对“场”这个抽象的概念进行理解。例如，金庸的《天龙八部》第三十一章描写虚竹破解珍珑棋局，受到逍遥子传授毕生内功一段：

“…虚竹道：“是！”举步便踏了进去。只听得丁春秋的声音叫道：“这是本门的门户，你这小和尚岂可擅入？”跟着砰砰两声巨响，虚竹只觉一股劲风倒卷上来，要将他身子拉将出去（鸠摩智发力——笔者注），可是跟着两股大力在他背心和臀部猛力一撞（段延庆和苏星河发力——笔者注），身不由主，便是一个筋斗，向里直翻了进去…”

“…（虚竹——笔者注）突觉顶门上“百会穴”中有细细一缕热气冲入脑来，嘴里再也叫不出声，心道：“不好，我命休”

矣！”只觉脑海中愈来愈热，霎时间头昏脑胀，脑壳如要爆炸一般，这热气一路向下流去，过不片刻，再也忍耐不住，晕了过去……”。那老人（逍遥子——笔者注）道：“我七十余年的修炼已尽数传付于你……”

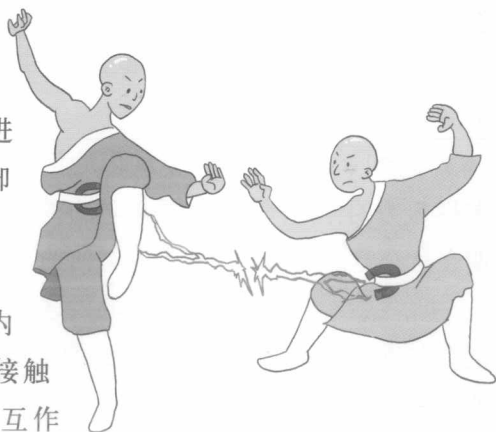
这之中：

1. 丁春秋、鸠摩智、苏星河和段延庆各运“内力”想把虚竹打进密室或者吸出来，虚竹却不能看见这些“内力”（场看不见摸不着）。

2. 上述4个人发出内力的时候并没有和虚竹接触（场能传递物质间的相互作用，但并不一定需要物质间的相互接触）。

3. 逍遥子将内力传给虚竹，虚竹吸取逍遥子的内力并转化为自己的内力修为，“速成”为武林一等的高手（场中的能量是可以无差别转化的）。

这段描写正充分体现了现代物理学对于“场”的特点的定义。现在有的研究者甚至认为，所谓“内功”和“气功”的修炼不过是修行者有意识地调节身体内部电子排布的方向。当他能够达到灵活自如地控制身体内电子的排布时，就能随心产生或正或负的“电性”，从而对别人产生吸引或者排斥的作用，这在原理上和电磁铁形成的磁场一样。这是一种非常新颖的论点，当然这



种说法的科学性还需要继续研究——这就是后话了。

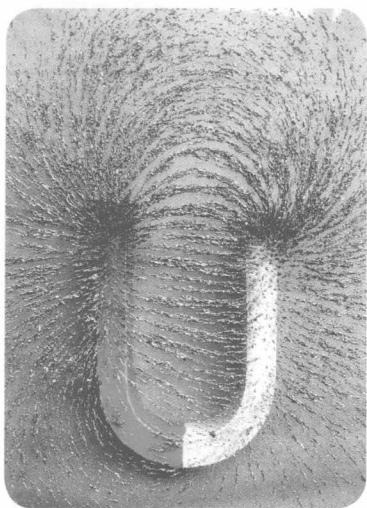
1.1.2 电磁场理论的发展

电磁场的基本元素可以划分为电场和磁场。

我们先谈电场。单位带电粒子被称为单位电荷。理论上，它们没有空间体积，电量集中在一个点上。回顾我们在初中课本上学到的知识，如果把一个点电荷放在没有约束的空间中，将有两个现象产生：

现象1：对放在这个空间内的任何其他带电粒子产生吸引或者排斥力的作用——这就是电场力的作用。吸引或者排斥，则说明在这个空间内的作用力是有方向的。

现象2：当把某带电粒子放入这个空间时，在靠近该单位点电荷与远离该点电荷的位置受到的电场力的大小是不同的。这说明在同一电场内，距离带电粒子远近不同，其强度也是不同的。



对于磁场，也有类似的现象：把两块条状磁铁不同磁极相对放在一张白纸上，然后在周围均匀撒上细铁屑，轻轻振动白纸就可以发现，在两块磁铁之间，铁屑成规律地排成弧状。铁屑的指向就是磁场的方向。

面对电场和磁场如此相似的性质，我们今天已经知道，电和磁之间是有联系的，也就是所谓的电能生磁，磁也能生电。但是