

电磁辐射的风险与规避

ESTABLISHING A DIALOGUE ON RISKS FROM
ELECTROMAGNETIC FIELDS

原著 世界卫生组织

主译 刘文魁 李金有



世界卫生组织



人民卫生出版社

电磁辐射的风险与规避

ESTABLISHING A DIALOGUE ON RISKS FROM
ELECTROMAGNETIC FIELDS

- 主译 刘文魁（山西医科大学）
李金有（中国检验检疫科学研究院卫生检疫所）
- 译者 刘文魁（山西医科大学）
李金有（中国检验检疫科学研究院卫生检疫所）
曹舒婕（太原市第五中学校）
- 审校 李金有（中国检验检疫科学研究院卫生检疫所）
刘 嘉（University of Salford）



世界卫生组织



人民卫生出版社

PEOPLE'S MEDICAL PUBLISHING HOUSE

Establishing A Dialogue on Risks from Electromagnetic Fields 电磁辐射的风险与规避

© 世界卫生组织2002

所有权利保留。

本书使用的名称和资料不代表世界卫生组织秘书处对任何国家、地区、城市或区域的法定状态及其主权，或边界的看法。

本书提及某些专业公司或某些制造商号的产品，并不意味着它们与其他未提及的类似公司或产品相比较，已为世界卫生组织所认可或推荐。除差讹和遗漏外，专利产品第一个字母均用大写字母，以示区别。

世界卫生组织不保证本书中的信息是绝对完整和正确的，也不对由于书中内容而造成的损失负责。

本出版物包含了国际专家小组集体的意见，但并不代表世界卫生组织的决定或政策。

图书在版编目 (CIP) 数据

电磁辐射的风险与规避 / 刘文魁等主译. —北京:
人民卫生出版社, 2009. 1

ISBN 978-7-117-10743-3

I. 电… II. 刘… III. 电磁辐射—防护 IV. X591

中国版本图书馆CIP数据核字 (2008) 第163487号

电磁辐射的风险与规避

主 译：刘文魁 李金有

出版发行：人民卫生出版社（中继线 010-67616688）

地 址：北京市丰台区方庄芳群园3区3号楼

邮 编：100078

网 址：<http://www.pmph.com>

E - mail：pmph@pmph.com

购书热线：010-67605754 010-65264830

印 刷：北京汇林印务有限公司

经 销：新华书店

开 本：850×1168 1/32 印张：3

字 数：71千字

版 次：2009年1月第1版 2009年1月第1版第1次印刷

标准书号：ISBN 978-7-117-10743-3/R·10744

定 价：12.00元

版权所有，侵权必究，打击盗版举报电话：010-87613394

（凡属印装质量问题请与本社销售部联系退换）

中文版序言一

自1840年美国科学家亨利（J. Henry）第一次用实验方法发现了高频振荡，1888年德国物理学家赫兹（H. Hertz）证实了英国的麦克斯韦（J. C. Maxwell）理论而发现了赫兹波，到1895年俄国的波波夫（A. C. Bobof）及意大利的马可尼（G. Marconi）利用天线和地面发射与接收装置实现了人类首次无线电通信成功，这即筑起了电磁技术发展的新里程碑。从此，人类社会生产力与科学技术一日千里地大踏步前进。难怪当问道“人类最伟大的发明是什么？”的时候，有人毫不犹豫地回答为“当然是无线电”。电磁技术确给人类带来了莫大利益，即在生产、工作、生活中它确可减轻劳动负荷，降低了生产成本，缩短了运输距离，提高了工作效率，把文明、进步和信息及时、准确、便捷地传递给千家万户，极大地提高了人们的生产、工作与生活质量，也无疑反映出电磁技术与人们是多么息息相关。

当今国民经济各个领域都离不开电磁技术，但任何技术都是有一定风险的，零风险的技术是不存在的。电磁技术的风险是什么？就是一定场强的电磁泄漏，也就是说电磁技术产品，如电视、微波炉、电磁灶、手机电话、电脑、高频淬火与冶炼、雷达、导航等等，都可以产生电磁场泄漏，进而对环境形成电磁辐射污染危害，对人体可产生健康危害，对周围许多其他电器设备等可产生干扰危害，这统称为电磁辐射风险。这种风险被更多人日益关注，因此世界卫生组织倍加重视，从而组织了国际权威生物电磁学家专家撰写了《电磁辐射的风险与规避》一书。

该书以简练的语言、生动的图示，科学地介绍了电磁辐射的产生、影响/危害，即电磁辐射风险。广大群众如何

认识与对待这种风险，并通过什么办法可减少、避免、预防该风险？可以通过执行电磁场卫生标准、加强管理、进行评价、个体和公众降低电磁场暴露等措施来规避这种风险。世界卫生组织汇集了各国优秀专家共同研究的规避措施是可行的，其中有些对我国来说是可以采纳应用的。所以，本书才用多种语言在全球发行而备受众多国家人士与读者的欢迎。正因如此，我国物理因素职业卫生学的开创者及生物电磁学奠基人之一、山西医科大学刘文魁教授主译了《电磁辐射的风险与规避》一书。该书图文并茂、言简意赅、深入浅出、通俗易懂。本书不仅会告诉你许多有趣的知识，更重要的是它会教你去如何规避电磁辐射风险。因此，非常适合生产和使用电磁技术产品的人员阅读。具体讲既适合从事通信、广播电视、雷达、导航、微波军工等专业人员，又适合使用电脑、微波炉、电热毯、手机电话等家用电器的人士阅读参考。特在此郑重推荐给大家。

谨以此为序。

宁新宝

于南京大学

2008年11月18日

中文版序言二

《电磁辐射的风险与规避》是世界卫生组织出版的既专业又通俗易懂的权威性科普读物。本书是由许多国际知名专家和国际组织所提供的资料、信息等编写而成。

本书反映的是当代人们最关心的“电磁辐射与健康”问题，重点是介绍电磁辐射的产生、分布、对机体健康影响/危害及防护，重点突出。其特点是图文并茂、通俗易懂，运用设计新颖、明快的图表所展示的内容给人以先入为主和一目了然的醒目印象，很容易地锁住了读者的目光。

我国“电磁辐射与人体健康”的研究已走过40个年头，取得了许多研究成果，有的成果在国际上也是领先的，为什么还引进该书呢？原因很简单，由于电子技术在全球得到广泛应用与发展，并越是发达的国家和地区越明显，像广播、电视、通信、环境监测、气象、电脑、家用电器，电磁辐射在军事国防上的应用就更广泛了，正因为如此，人们生活和工作环境中电磁场强度在增加，即这些电子设备产生的电磁波污染了环境所造成。如手机是人们青睐的通信工具，我国目前有5.8亿手机用户，全球有34亿手机用户，现在人们非常关心手机与健康问题，手机产生的电磁场对我们的大脑到底影响/危害如何，当然是人们十分关注的切身问题。于是更多国家、地区开展了广泛的关于电磁场与健康的研究，我们翻译本书就是将这些国家、地区的研究成果介绍过来，使我们开阔眼界，同时对我国的生物电磁学发展也是个推动。

一些发达国家在电磁场的生物效应、对机体健康影响的机理等方面占优势；我国在电磁辐射的监测、现场调查、动物实验和人群流行病学等方面占优势。虽然通过本书还不可能深入了解中外这些内容，但或多或少还是可以看出

各自的某些轮廓、变化和特点。这就是该书由于充满了时代感而给我们带来的文化与科学的感受。

本书适合从事广播、电视、通信、雷达、导航、环境保护、职业病防治、疾病预防控制、核磁技术等专业人员阅读；同样适合使用电脑、电磁灶、微波炉、电吹风、复印机和手机等的用户参考；更适合从事电子设备的生产商和对电磁辐射感兴趣的人士阅览。

本书在翻译之前得到世界卫生组织保护人类环境的辐射与环境健康署的授权，在翻译过程中得到中国生物医学工程学会生物电磁学专业委员会、中国生物医学物理学会、中国电子学会电磁辐射生物学专业委员会等学术组织以及山西医科大学的支持，在此一并深表感谢！同时向在书中被引用而受篇幅所限未能一一列出的作者致谢！

《电磁辐射的风险与规避》一书虽简明扼要，但涉及的问题很多，限于译者的翻译水平和专业知识，书中不妥、不足乃至错误在所难免，望专家、同行与读者不吝指正。

刘文魁

于山西医科大学

2008年11月10日

挑战

风险评估

风险认知

风险管理

电磁场
风险结局

科学专长

全球

沟通技巧

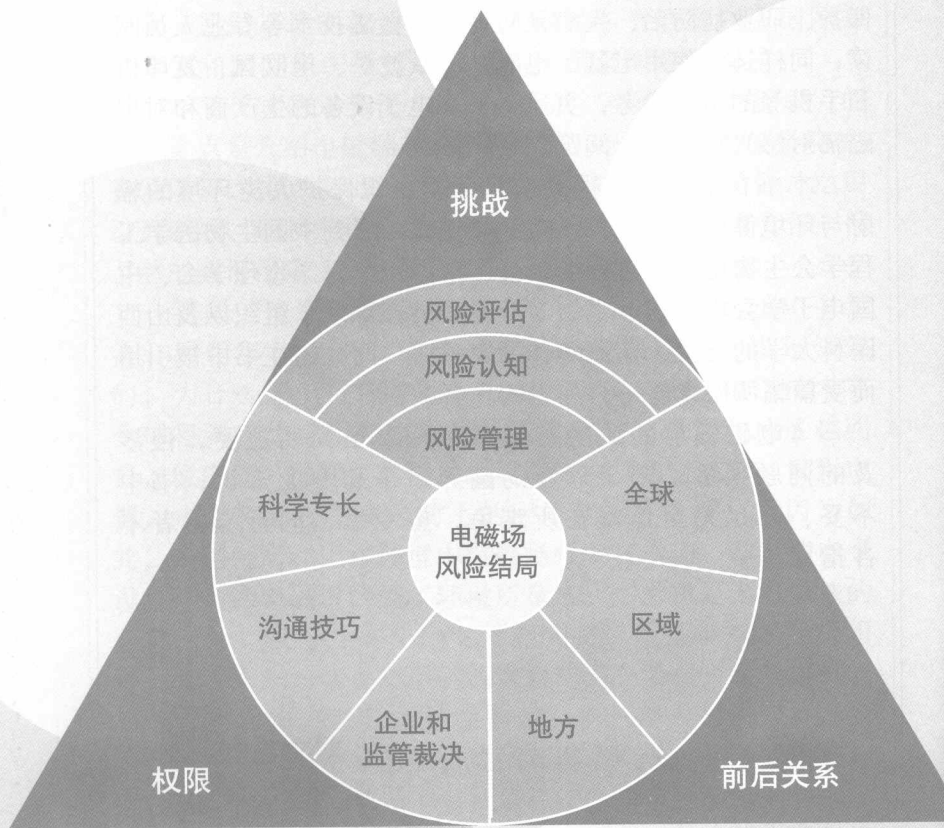
区域

企业和
监管裁决

地方

权限

前后关系



英文版前言

随着公众对电磁场（EMF）可能影响人体健康的关注增加，该手册应运而生。来源于如电力线路或移动电话基站等设施潜在的电磁场暴露风险向决策者提出了一系列挑战。这些挑战包括确定电磁场暴露是否有危险和对健康是否构成潜在的影响，即风险评估；确定市民可能担心的原因，即风险认识；以及实施保障公众健康和回应市民关注的相关政策，即风险管理。为了应对这些挑战，需要有竞争力个人或组织的参与，并结合在管理和科学领域相关的科学知识以及很强的沟通技巧和良好的判断力。这些均适用于任何背景的地方、区域甚至国家或全球。

为什么需要有一个对话？

许多政府和私人机构起码都有这样的教训，尽管有时是痛苦的，即假设受影响的社区不想或没有能力对决定新建的电磁场设施或新技术使用前的审批作出有意义的参与，这实际是很危险的。因此，建立一个与所有受影响的个人和团体关于这些问题的对话是很关键的。有效的对话包括与利益相关者协商，确认科学方面的不确定性，考虑其他途径，以及一个公平和透明的决策过程。如果做不到这一点，就会造成对大众的失信乃至政策的缺陷，要不就是工程延误和提高其成本。

谁需要这本手册？

这本手册是为了支持决策者在应对公众争议，科学上的不确定性，以及需要建立现有的设施和/或要求网站新设

施妥善处理而编写的。其目标是为了改善决策过程，减少误解，并通过更好的对话增进信任。如要成功实施，社区对话将有助于建立一个公开的、一致的、公平的和预见的决策过程。这也可以帮助实现及时批准新的设施，同时保护社区的健康和安全。

希望这本手册所提供的信息将对许多其他政府官员、民间团体和非政府组织有帮助。本指南可以帮助广大公众与监管环境卫生的政府部门和与有危险设施的公司进行交涉。手册还为那些寻求更多信息的读者提供了参考文献和建议进一步阅读的刊物。

目 录

中文版序言一 / II

中文版序言二 / IV

英文版前言 / VII

1

电磁场与公共卫生：目前的证据 / 1

当人们受到电磁场照射后，身体会出现什么变化呢？ / 3

生物效应和健康效应 / 4

科学研究的结论 / 4

2

EMF风险性交流：应对公众的认识 / 11

风险的定义 / 13

与EMF风险问题有关的多种因素 / 13

风险是如何被认知的？ / 17

风险交流的需求 / 21

EMF危害交流 / 21

何时交流 / 25

与谁进行交流 / 29

交流什么 / 33

如何进行交流 / 42

3

EMF暴露标准与政策 / 61

目前状况 / 61

谁制定标准？ / 61

标准制定的依据是什么？ / 61

为什么对普通公众的暴露限值要采用较高的安全系数？ / 63

预防方法和预防原则 / 63

以科学为基础和应采取的电磁场预防办法 / 65

世界卫生组织在做什么？ / 66

词汇表 / 75

进一步阅读 / 81

1

电磁场与公共卫生：目前的证据

自然界存在电磁场（EMF），因而在地球上一直存在有电磁场。但是，在20世纪期间，由于对电的需求以及不断发展的无线电技术和工作方式、社会行为的变化，使通过环境接触人工电磁场源呈持续增加。不论在家里，还是在工作场所，人们都受到许多不同频率电场和磁场的复合照射。

自19世纪后期，人工电磁场的潜在健康效应一直是科学界关注的一个话题，并且在过去的30年内，尤其受到特殊的重视。广义上讲，电磁场可分为静态和低频的电场和磁场，常见的场源包括高压线路、家用电器、电脑以及高频或者射频场，主要的场源包括：雷达、无线电、电视播报设施、移动电话、移动电话的发射台、感应加热设备和防盗设施等。

与位于电磁波谱上半部分的电离辐射（例如由放射性物质产生的 γ 射线，宇宙线和X线）不同，电磁场非常弱，它们不能打断细胞内分子的化学键，因此不能产生电离作用。这就是为什么EMF被称为非电离辐射（NIR）的原因。图1展示了NIR在较宽广电磁波谱中的相对位置。在本手册中，将不对红外、可见、紫外及电离辐射作深入探讨。

输电线路



雷达



(电气化) 列车



0Hz 10^2 10^4 10^6 10^8 10^{10} 10^{12}

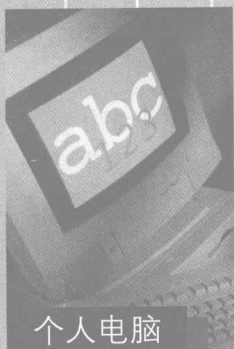
频率 (Hz或每秒的周期数)



可见光



X射线



个人电脑



手机

图1 电磁波谱

当人们受到电磁场照射后，身体会出现什么变化呢？

人体本身存在电流，电流是机体正常功能的一个基本部分。所有的神经活动都是通过传递电脉冲来中转信号的。绝大多数生物反应，从与消化有关的活动到脑活动，都涉及电过程。

外部受到EMF照射对人体健康和人体细胞的影响主要与电磁场频率、电磁波幅度或强度有关。频率描述每秒振荡的次数或周期数。在低频的时候，EMF可直接穿过人的身体；而在射频的时候，部分场强可被机体吸收，并且可穿入机体组织表层。

低频电场影响导电组织表面的电荷分布，并可使电流在体内流动（图2A）。低频磁场可在体内（图2B）感应产生环路电流。感应电流的强度与外部磁场的强度和体内电流环路的大小有关。当感应产生的电流足够大时，这些电流可对神经和肌肉产生刺激作用。

在射频（RF）时，电磁场仅可穿入机体组织的一定深度，场强的能量被机体吸收，并转化为分子的运动。分子之间的快速运动产生的摩擦可导致温度的升高，这一效应在家庭应用方面，如在微波炉中加热食物，以及在工业应用如塑料热接或金属加热方面得到应用。人们通常在环境中受到照射的RF场强比可产生明显热效应的强度低得多。

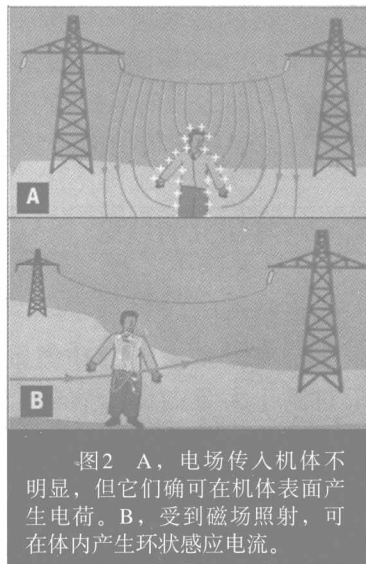


图2 A，电场传入机体不明显，但它们确可在机体表面产生电荷。B，受到磁场照射，可在体内产生环状感应电流。

生物效应和健康效应

生物效应是指有机体或细胞对刺激或者环境变化产生的可测量的反应，这些反应，例如，饮用咖啡后心率的加快，或在空气不流通房间的睡觉，不一定都对健康有害，对环境变化的反应是生命活动的一个正常部分。但是，机体有可能不具备足够的代偿机制而抵消所有的环境变化和应急，持久的环境暴露，即使少量，如果这一暴露可产生应急，那么这一小的暴露已构成了一个健康危害。在人类能产生可监测到的对暴露个体的健康状态产生损害的生物效应，称为不良健康效应。

严格执行国家和国际推荐的暴露限值有助于对健康产生损害的EMF暴露所致危险的控制。目前的争论主要围绕在是否长期的、低于暴露限值的低强度暴露能够产生不良健康效应或影响人们的健康状态。

科学研究的结论

低频场

已有大量关于EMF健康效应的科学知识，而且这些知识是基于大量的流行病学、试验动物和体外研究所得。对许多健康结果，从生殖缺陷到心血管及神经退行性疾病，都进行了详细研究。但是关于儿童白血病的证据到目前为止是最为一致的。在2001年，WHO的国际癌症研究机构（IARC）下的一个专家科学研究小组对静态极低频电场和磁场致癌性的有关研究进行综合分析，运用IARC权衡人、动物和实验室证据的标准分类方案，依据有关儿童白血病的流行病学研究，将ELF磁场划分为可能人类致癌因素。一个非常熟悉的物质，咖啡，是划分入此类的一个例子。该物质

可增加肾癌的危险性，但同时可以预防肠道癌症的发生。

“可能人体致癌”这一类别是用来表明一种致癌因素其致癌性的人体和试验动物的证据尚不充分。所以，由于相关的科学信息不充分和不一致，有关儿童和成人其他癌症以及其他类型暴露的证据（即静态场和极低频电场）尚不足进行分类。尽管IARC已将极低频（ELF）电磁场划分为人类可能致癌因素，但是，针对观察到的ELF磁场和儿童白血病的联系，还存在有其他解释的可能。

高频场

关于射频场，目前就有关证据权衡的结果提示，暴露于低强度的射频场，例如，移动电话和它们发射台发射的频率，不产生不良健康效应。一些科学家已报道了移动电话使用的微弱健康效应问题，包括脑活动，反应时和睡眠状态的改变，尽管这些效应已被证实，但是现在看来，他们仍位于人类健康变化的正常值范围内。

目前，研究的重点是围绕是否长期低强度，甚至不引起明显温度上升的RF暴露可产生不良健康效应。近期的几个有关移动电话使用者的流行病学研究没有发现有关增加脑部癌症风险的充分证据。但是，该技术刚开始应用，目前尚不能排除长期效应的可能性。移动电话手机和其发射台为明显不同的两种暴露情况。移动电话使用者RF的暴露远远高于居住于移动电话发射台附近人们的暴露强度。除了不多次地通过信号与附近的发射台进行联系外，只有当进行呼叫时，手机才传播RF能量。居住在发射台附近，其暴露的强度相当低，但是发射台是在连续不断地发射着信号。

鉴于（电磁）技术的广泛应用，以及科学研究的不确定性、公众对危害的担心，需要开展严谨的科学研究和公开的对话交流活动。

