

# 手机基站发射塔电磁辐射对人体健康影响

(电磁辐射与防护研究实验室 <http://www.radiationhealth.org>)

## 1、手机基站发射塔电磁辐射对人体健康有何影响？

手机和基站发射塔工作在 800 兆赫 (MHz) 到 2200 兆赫 (MHz) 的频率范围，属于微波辐射频段。

如同微波炉 (工作频率为 2400MHz) 一样，手机和基站发射塔辐射出的电磁场可对周围的介质，包括人体肌肉组织产生热效应。

## 2、动物实验显示会促发肿瘤与白内障

由于手机使用时常靠近头部，多数热量产生在人的头部表面，造成局部温度升高。人头部的血液循环会驱散部分热量，不过人的眼角膜不具有这一温度调节功能。实验证明，当兔子受到比吸收率值为 100~140 瓦/千克的辐射达到 2~3 小时，眼睛就会出现白内障。

有些动物电磁辐射实验发现，低强度微波辐射可促进肿瘤的生长。当老鼠暴露在比吸收率为 1 瓦/千克的微波电磁场中时，老鼠脑部组织的 DNA 结构就会遭到破坏。

这些实验结果是否适用于人类还有待研究，但无论如何，不能排除对人类也存在这些危害的可能性。

## 3、世卫组织首次宣称长期使用手机或致癌

由于手机、基站发射塔迅速普及，以及人们对电磁辐射对健康影响的担忧日益增加，因此很多国家在这一领域展开了科学研究。

2011 年 5 月 31 日世界卫生组织下属的国际癌症研究中心发表声明说，这是由 31 名科学家组成的一个工作组得出的结论。过去一周，这个工作组在法国里昂评估了暴露在射频电磁场环境中人和动物等所受健康影响的大量过往研究资料，并认为基于现有的有限数据，长期、高强度使用无线通信设备“可能导致”罹患神经胶质瘤。

(1) 世界卫生组织的国际癌症研究机构开展了一项有 13 个国家参与的手机辐射与肿瘤关系的研究项目，研究结果从 2004 年开始发表。一些研究结果显示，在长期（10 年以上）使用者中，听神经瘤和神经胶质瘤的发生可能和手机的使用有关联。在使用达 10 年的用户中，总体上未发现脑肿瘤和手机使用的关系。但大量使用手机可能会增加神经胶质瘤发生的概率。

(2) 美国一癌症医疗基金会对一些遭电磁辐射损伤的病人抽样化验，结果表明长期在强电磁场中工作的人，其癌细胞生长速度比一般人快 24 倍。

(3) 2007 年，瑞典 Orebro 大学的 Lennart Hardell 博士在研读了大量有关的科研文献后得出结论，每天使用手机 1 小时，在 10 年后患脑肿瘤的几率会有明显增加。

(4) 英国、德国和北欧国家的研究都认为，虽然被调查的手机用户中没有发现明显的肿瘤增加的风险，但长期使用手机（10 年以上）可能造成的影响值得进一步研究。

(5) 澳大利亚辐射保护和核安全机构建议，由于儿童使用手机与脑肿瘤关系数据的缺乏，父母应限制儿童对手机的使用。虽然尚无证据，但有人认为手机电磁辐射会加快已存在肿瘤的生长。

(6) 欧洲 12 家机构的实验室研究显示，微波会损害身体细胞和破坏脱氧核糖核酸 (DNA)。这项为期 4 年的研究发现，当人和动物的细胞暴露于微波电磁场中时，DNA 出现单股和双股断裂的情况显著增加，部分损害更是细胞无法修复的，这种损害会影响到下代的细胞。然而在另外的一些研究中发现，射频电磁场对基因活性或突变没有直接的作用。

#### 4、常见电磁辐射源的频率

高压电力设备：工频 50Hz。

GSM 移动通信基站：900/1800MHz。

CDMA 通信：825-880MHz

3G 移动通信：2100MHz- 2200MHz。

PHS（小灵通）：1915-1900 MHz。

中波广播：535-1605KHz。

短波广播：4-19 MHz 内的部分频段。

调频（声音）广播：88-108MHz。

电视：50-92，168-223，471-566，607-958 MHz 五个频段。

家用微波炉：2450 MHz，工业微波炉：915，2450 MHz。

## 5、电磁场与身体之间的耦合作用机制（<http://www.radiationhealth.org>）



国际非电离辐射保护委员会（ICNIRP）采用比吸收率（SAR）来衡量手机辐射的热效应强度。比吸收率的定义为：在连续 6 分钟内，每千克肌肉组织吸收的电磁辐射能量的平均值。国际非电离辐射保护委员会建议的安全限值为 2 瓦/千克。比吸收率的测量有专门的仪器和设备。

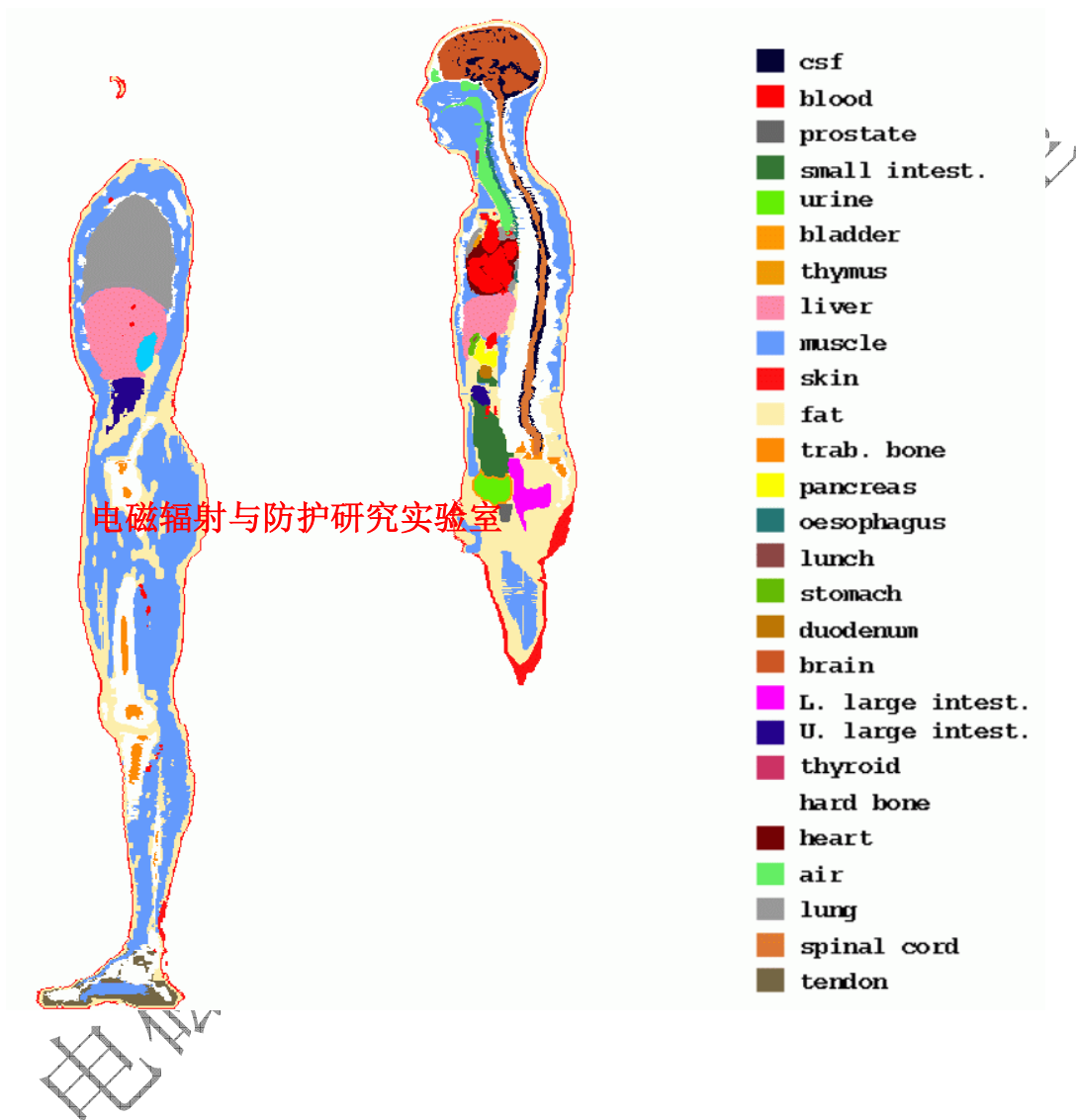
下面部分引用王洪博等人对 ICNIRP 导则的翻译稿。

目前有三种已经确立下来的基本耦合作用机制，时变电场和磁场通过这些机制直接与活

性物质相互作用（UNEP/WHO/IRPA，1993年）：

- 低频电场的耦合作用；
- 低频磁场的耦合作用；
- 从电磁场吸收能量作用。

(<http://www.radiationhealth.org>)



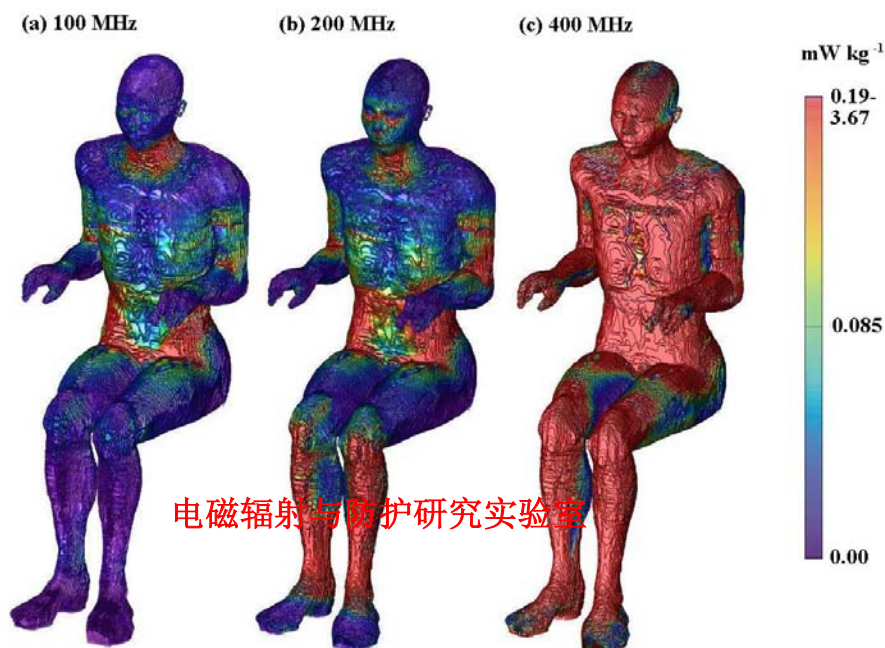
### (1) 低频电场的耦合

时变的电场与人体之间的相互作用可以导致电荷流动（电流）、束缚电荷极化（形成电偶极子）以及组织中的电偶极子重新定向。各种效果的相对强弱取决于人体的电特性，亦即导电率（控制着电流）和介电常数（控制着极化效果的大小）。导电率和介电常数随身体组织类型的变化而有所不同，此外还取决于相应场频率的高低。身体外部的电场可以在身体上感应出表面电荷，进而会在体内感应出电流，电流的分布则取决于暴露条件、人体的尺寸和形状以及身体位于场中的位置。

### (2) 低频磁场的耦合

时变磁场与人体之间的相互作用可以产生感应电场以及循环电流。感应电场以及电流密度的大小与环路的半径、组织的导电率以及磁通量密度的变化率和大小成正比关系。如果磁场大小以及频率已经给定，最大的环路可以感应出最强的电场。最终，人体内任何部位所产生的感应电流的实际路径和大小都取决于组织的导电率。

身体各个部位的电特性并不一样，然而，感应电流密度可以利用依据解剖学结构和电特性的人体仿真模型以及各种计算机仿真方法来获得，计算机计算可以达到很高的解剖学分辨率。



### (3) 从电磁场吸收能量

暴露于低频电场和磁场之中导致的身体能量吸收和体温升高一般可以忽略不计。然而，暴露于频率超过 100 kHz 的电磁场可以产生明显的能量吸收和温度升高。通常而言，暴露于均匀（平面波）电磁场可以导致身体产生高度不均匀的能量吸收和能量分布，这些内容必须通过剂量测定和计算进行评估。

在人体吸收能量方面，电磁场可以划分为四个范围（Durney 等人，1985 年）：

- 从大约 100 kHz 到低于 20 MHz 的频率范围，躯干对能量的吸收作用随频率的降低快速减弱，明显的能量吸收出现在颈部和腿部。
- 从大约 20 MHz 到 300 MHz 的频率范围，全身吸收的能量相对较多，如果考虑身体局部（如头部）的共振，所吸收的能量会更高。
- 从大约 300 MHz 到几 GHz 的频率范围，能量吸收会出现较明显的局部性和不均匀特征。
- 超过 10 GHz 的频率范围，能量吸收主要发生在体表。

在身体组织中，SAR 与内部电场强度的平方成正比。平均 SAR 以及 SAR 分布可以根据计算或实验室测量值进行估计。SAR 值取决于以下因素：

- 辐射场参数，例如，频率、密度、极化以及功源-目标配置（近场或远场）；
- 暴露身体的特征，例如，身体尺寸，身体内部和外部的几何形状，以及各种组织的电特性；
- 暴露身体附近场中其他物体所产生的地面效应和反射效应。

如果人体的长轴平行于电场矢量，而且身处平面波暴露环境之中（即远场暴露），全身的 SAR 达到最大值。能量吸收值取决于多种因素，其中包括暴露身体的尺寸。在不接地的情况下，“标准参考人”（ICRP，1994 年）的共振吸收频率接近 70 MHz。对于偏高的个体而言，共振吸收频率稍低一些；对于较矮的成人、儿童、婴儿以及坐着的个体而言，该频率可能会超过 100 MHz。电场的导出限值是基于随频率而变的人体能量吸收特性的，对于接地个体，共振频率减低一半（UNEP/WHO/IRPA，1993 年）。

对于某些工作在 10 MHz 以上频率范围的设备（如高频加热器以及移动电话），人体可能暴露在它们的近场环境中。在这种环境中，与频率相关的能量吸收与上文所述的远场环境存在巨大差异。在特定的暴露条件下，对于某些设备而言，例如移动电话，磁场可能是主要的。

在近场暴露的评估方面，数学模型计算以及身体感应电流和组织场强测量的可用性已经得到论证，它们适用于移动电话、对讲机、广播发射塔、船用通信源以及高频加热器（kuster

和 Balzano, 1992 年; Dimbylow 和 Mann, 1994 年; Jokela 等人, 1994 年; Gandhi, 1995 年; Tofani 等人, 1995 年)。这些研究的重要性在于, 它们表明近场暴露可以导致较高的局部 SAR (如头部、腕部以及脚踝), 同时也表明全身和局部 SAR 很大程度上决定于高频源同身体之间的距离。最终, 通过测量获得的 SAR 数据与利用数学模型计算获得的数据保持一致。全身平均 SAR 和局部 SAR 非常便于比较在各种暴露条件下观察到的效果。有关 SAR 的详细论述可以参考其它文章 (UNEP/WHO/IRPA, 1993 年)。

在高于 10 GHz 的频率范围内, 各种场渗入组织的深度非常有限, 在评估所吸收能量时, SAR 无法很好地测量, 而相应的功率密度 (单位是  $W m^{-2}$ ) 则是更加合适的剂量测定值。

## 电磁辐射与防护研究实验室

(<http://www.radiationhealth.org/>)

