

国际电信联盟

ITU-T

国际电信联盟
电信标准化部门

K系列

增补 1
(05/2020)

K系列：干扰的防护

ITU-T K.91 – 电磁场与健康指南

ITU-T K系列建议书 – 增补 1

ITU-T



ITU-T K系列建议书增补1

ITU-T K.91 – 电磁场与健康指南

摘要

ITU-T K系列建议书增补1的目的是回答公众对电磁场（EMF）现象提出的普遍问题，并应对相关的关切。

本电磁场与健康指南旨在：

- 提供适用于所有社区、利益攸关方和政府的电磁场（EMF）信息和教育资源。
- 通过参引对帮助澄清在射频（RF）技术、基础设施实现、使用和由此产生的电磁场暴露等领域的科学不确定性提供了尤为有用的信息的世界卫生组织（世卫组织）和其他利益攸关方（见“注”），来支持科学的澄清。

注 – 电磁场与健康的主要参考来源是世界卫生组织（世卫组织）。电磁场评价方法的主要参考来源是国际电信联盟（国际电联）和国际电工委员会（IEC）。

历史沿革

版本	建议书	批准日期	研究组	唯一识别码*
1.0	ITU-T K Suppl. 1	2014-07-29	5	11.1002/1000/12304
2.0	ITU-T K Suppl. 1	2020-05-20	5	11.1002/1000/14316

关键词

5G、基站、电磁场、电磁场暴露、健康、移动电话、射频

* 欲查阅建议书，请在您的网络浏览器地址域键入URL <http://handle.itu.int/>，随后输入建议书的唯一ID，例如，<http://handle.itu.int/11.1002/1000/11830-en>。

前言

国际电信联盟（ITU）是从事电信领域工作的联合国专门机构。ITU-T（国际电信联盟电信标准化部门）是国际电信联盟的常设机构，负责研究技术、操作和资费问题，并且为在世界范围内实现电信标准化，发表有关上述研究项目的建议书。

每四年一届的世界电信标准化全会（WTSA）确定ITU-T各研究组的研究课题，再由各研究组制定有关这些课题的建议书。

WTSA第1号决议规定了批准建议书须遵循的程序。

属ITU-T研究范围的某些信息技术领域的必要标准，是与国际标准化组织（ISO）和国际电工技术委员会（IEC）合作制定的。

注

本建议书为简明扼要起见而使用的“主管部门”一词，既指电信主管部门，又指经认可的运营机构。

遵守本建议书的规定是以自愿为基础的，但建议书可能包含某些强制性条款（以确保例如互操作性或适用性等），只有满足所有强制性条款的规定，才能达到遵守建议书的目的。“应该”或“必须”等其它一些强制性用语及其否定形式被用于表达特定要求。使用此类用语不表示要求任何一方遵守本建议书。

知识产权

国际电联提请注意：本建议书的应用或实施可能涉及使用已申报的知识产权。国际电联对无论是其成员还是建议书制定程序之外的其它机构提出的有关已申报的知识产权的证据、有效性或适用性不表示意见。

至本建议书批准之日止，国际电联尚未收到实施本建议书可能需要的受专利保护的知识产权的通知。但需要提醒实施者注意的是，这可能并非最新信息，因此特大力提倡他们通过下列网址查询电信标准化局（TSB）的专利数据库：<http://www.itu.int/ITU-T/ipr/>。

© 国际电联 2021

版权所有。未经国际电联事先书面许可，不得以任何手段复制本出版物的任何部分。

目录

页码

1	电磁场简介	1
1.1	电磁频谱	1
1.2	什么是电磁场 (EMF) ?	1
1.3	什么是射频 (RF) 电磁场?	1
1.4	什么是电离辐射?	2
1.5	什么是非电离辐射?	2
2	电磁场与健康概要	2
2.1	世界卫生组织国际电磁场项目	2
2.2	关于移动电话与健康的信息	3
2.3	关于基站与健康的信息	3
2.4	关于5G与健康的信息	4
2.5	关于人体暴露导则的信息	4
2.6	对电磁场与健康的研究	5
2.7	电磁场效应	6
2.8	国际癌症研究机构 (IARC)	6
3	移动电话与基站	8
3.1	移动电话与无线设备的工作方式	8
3.2	各代移动通信	8
3.3	铁塔与天线	9
3.4	基站的功率是否会变化?	10
3.5	移动电话功率发射机	10
4	移动电话、特定吸收率 (SAR) 与功率密度	14
4.1	什么是特定吸收率 (SAR) ?	14
4.2	什么是“功率密度”?	14
4.3	影响来自移动设备的射频电磁场暴露的因素	15
4.4	特定吸收率的值有多重要?	16
4.5	如何测量设备的特定吸收率	16
4.6	不同移动电话的特定吸收率是否不同?	16
4.7	特定吸收率值较低的移动电话是否更安全?	17
4.8	查找您手机的合规信息	17
5	相关电磁场导则与标准	17
5.1	人体电磁场暴露导则	17
5.2	安全系数	18
5.3	国际电联标准与导则	18

5.4	IEC标准.....	19
5.5	IEEE标准	20
6	移动电话与电磁场常见问答	21
6.1	有哪些与移动电话及其基站相关的健康风险?	21
6.2	移动电话是否会发出辐射?	24
6.3	移动电话发射的功率有多大?	24
6.4	自适应功率控制的工作方式	24
6.5	我的手机产生的电磁场是否会变化?	25
6.6	什么是移动电话的暴露电平?	25
6.7	移动电话的典型功率是多少?	25
6.8	如何减少暴露于手机辐射?	25
6.9	手机保护壳可以减少暴露吗?	26
6.10	在靠近基站时,手机的电磁场辐射是否会减少?	26
6.11	当信号满格的时候,移动电话的电磁场是否较低?	26
6.12	与通话相比,发短信的暴露量是否较低?	26
6.13	在高速交通工具中使用移动电话时,我们是否处于电磁场暴露的高风险之中?	27
6.14	在车内或家中使用手机是否更安全,因为车和房屋构成了辐射屏障?	27
6.15	儿童是否比成人更容易受到移动电话电磁场的影响?	27
7	基站与射频常见问答	28
7.1	基站附近的电磁场电平如何?	28
7.2	住在基站附近或者将基站建在学校附近是否安全?	28
7.3	更多的基站能否使电磁场减少?	29
7.4	在医院设立基站安全吗?	29
7.5	基站天线前方是否存在禁区?	29
8	电磁场暴露限值常见问答	30
8.1	电磁场人体暴露限值和标准是由谁制定的?	30
8.2	人体暴露限值是否存在安全余量?	30
8.3	安全标准是否保护儿童和孕妇?	31
8.4	安全标准是否保护植入了电子装置的人群?	31
9	对电磁场的误解的常见问答	31
9.1	是否有可能用移动电话煮熟鸡蛋或者玉米粒?	31
9.2	一部移动电话的功率输出是否能让大脑沸腾?	31
9.3	使用手机是否会招致闪电?	31
9.4	移动电话是否会造加油站起火?	32
10	国际电联电磁场资源	32
11	附加电磁场资源	32

11.1	世卫组织资源	32
11.2	ICNIRP资源	32
11.3	国家政府资源	32
11.4	非政府组织	33
11.5	通用资源	33
12	关于本电磁场与健康指南	33

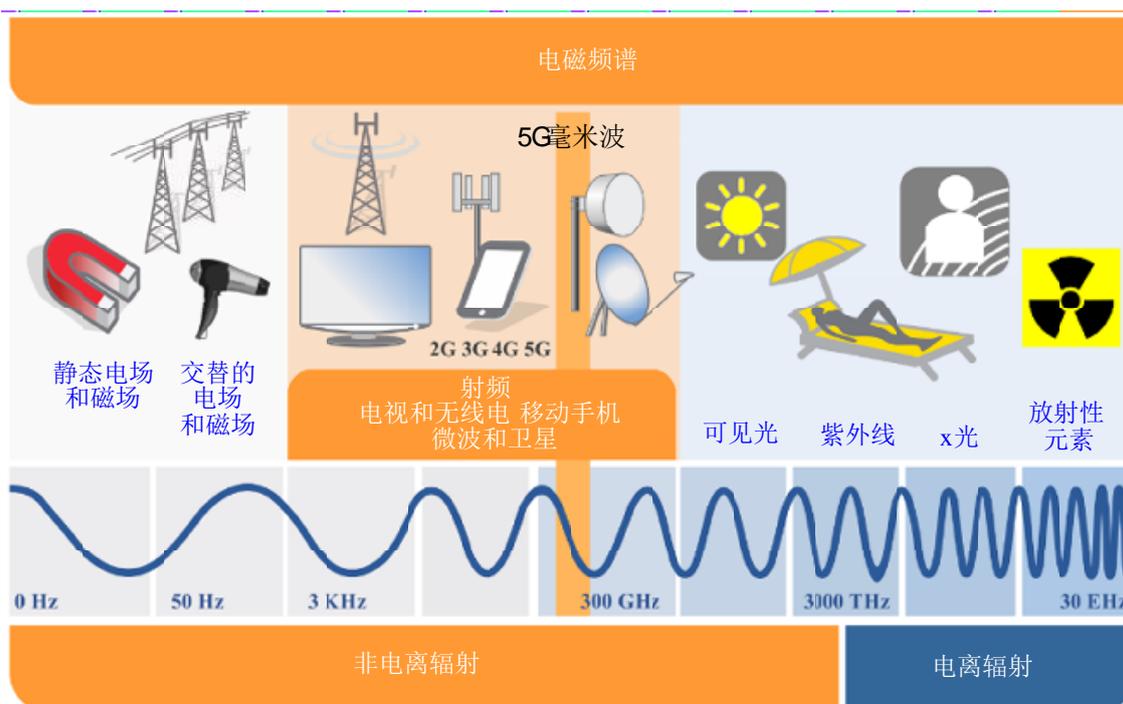
ITU-T K.91 – 电磁场与健康指南

1 电磁场简介

1.1 电磁频谱

自宇宙诞生以来，电磁场（EMF）就以不同的形式存在。电磁场的频率各不相同，我们最熟悉的形式是可见光。

电场和磁场是电磁频谱的组成部分。电磁频谱的范围从静态电场和磁场，延伸至射频（RF）、红外辐射和可见光，再到X射线和伽马射线。见图1。



K Supp. 1(20)_F01

图1 – 电磁频谱

1.2 什么是电磁场（EMF）？

电磁场由在空间中共同运动的电能波和磁能波构成。“电磁场（EMF）”一词经常被用于表示电磁辐射的存在。

1.3 什么是射频（RF）电磁场？

电磁频谱从3 kHz频率延伸至300 GHz的这一部分被称为射频（RF）。电视和无线电发射机（包括基站）以及微波、移动电话和雷达都会产生射频场。这些场被用于传输信息，并构成世界各地的电信以及无线电和电视广播的基础。许多家用设备，例如无绳电话、婴儿监视器、无线电控制玩具、Wi-Fi、平板设备、智能手表和其他无线设备也以射频发射电磁场。

1.4 什么是电离辐射？

紫外线波段以上频率的电磁辐射被归类为“电离辐射”，因为它们有足够的能量通过释放电子（电离）来改变原子的化学键，从而影响原子的变化。X射线和伽马射线是电离辐射的常见形式。

电离辐射发生在2900 THz（ 2900×10^{12} Hz）以上的频率，对应的波长大约为103.4 nm，接近紫外线（UV）光谱的较低波长边缘。

1.5 什么是非电离辐射？

紫外线波段以下频率的电磁辐射被归类为“非电离辐射”，因为它们缺乏足够的能量来释放电子，即电离或影响原子结构的变化。射频场即为非电离辐射。

2 电磁场与健康概要

2.1 世界卫生组织国际电磁场项目

如图2所示，无线通信技术已成为现代社会不可或缺的组成部分。移动手机、平板和无线设备都已经成为全世界数十亿人日常生活中的基本通信工具，并且在医疗应用中也十分常见。基站和电信塔被不断兴建，以提供高质量的无线通信。

随着无线通信技术的引进，公众对与无线通信（包括使用移动电话和居住在基站附近）相关的潜在健康风险产生了一些关注。



K Supp. 1(20)_F02

图2 – 日常使用的无线设备

所有频率的电磁场（EMF）构成了最常见、增长最快的环境影响因素之一。作为其保护公众健康的章程的一部分，同时作为对公众对电磁场暴露对健康影响的关注的回应，世界卫生组织于1996年建立了国际电磁场项目。该项目的目的是评估电磁场在0至300 GHz频率范围内可能对健康造成影响的科学证据。

关于世界卫生组织国际电磁场项目的更多信息，见www.who.int/peh-emf/about/en/

关于电磁场与健康，世卫组织注意到：

“迄今为止进行的所有审查都表明，低于国际非电离辐射防护委员会（ICNIRP）1998年的EMF导则建议限值的暴露，在覆盖0-300 GHz的全频段范围内不会产生任何已知的不利健康影响。但是，在进行更好的健康风险评估之前，仍然需要填补知识方面的空白。”

来源：世卫组织电磁场研究 – <http://www.who.int/peh-emf/research/en/> 和世卫组织健康影响概述 www.who.int/peh-emf/about/WhatIsEMF/en/index1.html

2.2 关于移动电话与健康的信息

世卫组织注意到：

“过去二十年来进行了大量研究以评估移动电话是否有潜在的健康风险。迄今为止，尚未证实移动电话的使用对健康造成任何不良后果。”

“虽然没能证明大脑肿瘤风险增加，但移动电话使用增加以及缺乏移动电话使用15年以上的数据说明，有必要进一步进行移动电话的使用与大脑肿瘤风险的研究。特别是，近年来青少年对移动电话的使用日趋普遍，因而潜在接触期会更长，世卫组织为此积极促进对这一人群的进一步研究。调查对儿童和青少年健康的潜在影响的几项研究正在进行。”

来源：<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/electromagnetic-fields-and-public-health-mobile-phones>

2.3 关于基站与健康的信息

世卫组织注意到：

“考虑到迄今收集的极低的暴露电平和研究结果，没有令人信服的科学证据表明，来自基站和无线网络的微弱射频信号会对健康造成不利影响。”

“迄今为止所开展的研究并没有表明，对诸如来自基站等射频场的环境接触会增加罹患癌症或任何其它疾病的危险。”

来源：www.who.int/peh-emf/publications/facts/fs304/en/, <http://www.who.int/features/qa/30/en/>

2.4 关于5G与健康的信息

ICNIRP建议：

国际非电离辐射保护委员会（ICNIRP）为保护暴露于射频电磁场的人群发布了新的导则。该导则涵盖了即将登场的5G技术，以及AM和DAB无线电、WiFi、蓝牙和目前正在使用的3G/4G移动电话。

ICNIRP主席Eric van Rongen称，制定新版电磁场导则花费了7年时间，比1998版的导则更适合用于未来5G将使用的更高的频率。

“导则是在全面审查了所有相关的科学文献、科学讲习班和进行了广泛的公众咨询过程之后制定的，为100 kHz到300 GHz范围内所有经科学证实的电磁场暴露对健康的不利影响提供了保护。”

2020版导则中与5G暴露相关的主要更改针对的是6 GHz以上频率，包括：

- 增加对全身暴露的限制；
- 增加对人体小区域短暂（少于6分钟）暴露的限制；以及
- 减少对人体小区域的最大暴露允许量。

“在修订导则的时候，我们研究了1998年发表的那些导则的适当性。我们发现，之前的导则在大多数情况下都是保守的，它们仍然能为当前的技术提供足够的保护。”

Van Rongen博士说，“然而，新的导则为6 GHz以上的更高频率范围提供了更优质、更详细的暴露导则，这对于使用这些较高频率的5G和未来技术来说十分重要。人们要记住的最重要的一点是，如果遵守这些新导则，5G技术将不会造成伤害。”来源：https://www.icnirp.org/cms/upload/presentations/ICNIRP_Media_Release_110320.pdf

2.5 关于人体暴露导则的信息

世卫组织注意到：

电磁场的暴露导则由两个国际机构制定。许多国家目前遵守由以下机构建议的导则：

国际非电离辐射保护委员会，以及

电气电子工程师学会（通过国际电磁安全委员会）

这些导则并不针对某项特定技术。它们覆盖的射频频率最高为300 GHz，包括正在讨论的5G频率。

来源：世卫组织，《什么是国际暴露导则（What are the International Exposure Guidelines）》 - <https://www.who.int/news-room/q-a-detail/5g-mobile-networks-and-health>

ICNIRP注意到：

《ICNIRP限制电磁场暴露导则》用于保护暴露于100 kHz至300 GHz射频电磁场范围内的人群。导则覆盖了多种应用，例如5G技术、WiFi、蓝牙、移动手机和基站。

2020年导则取代并取代ICNIRP(1998年)射频导则100 kHz至300 GHz的部分，以及ICNIRP(2010年)低频率导则100 kHz至10 MHz的部分。

导则是在全面审查了所有相关的科学文献、科学讲习班和经过广泛的公众咨询过程之后制定的，为100 kHz到300 GHz范围内所有经科学证实的电磁场暴露对健康的不利影响提供了保护。

来源：<https://www.icnirp.org/en/activities/news/news-article/rf-guidelines-2020-published.html>

IEEE注意到：

本标准规定了为保护人们不受暴露于频率范围为0 Hz至300 GHz的电场、磁场和电磁场中对人体造成的不良健康影响的安全限值。

这些暴露限值旨在普遍适用于受限环境中允许的人员和无限制环境中的公众。

这些暴露限值并不适用于由医生和医疗专业人员实施或在其指导下的患者的暴露，也不适用于在医学或科学研究中对知情志愿者的暴露，并且对于医疗装置或植入物的使用可能不具有保护作用。

来源：https://standards.ieee.org/standard/C95_1-2019.html

2.6 对电磁场与健康的研究

人们已对暴露于电磁频谱的多个部分可能对健康产生的影响进行了广泛的研究。

正如世卫组织注意到的，在过去30年里，在非电离辐射的生物影响和医疗应用领域，已有约25000篇文章发表。尽管有些人认为还需要进行更多的研究，但现在，我们在这方面的科学认识比对大多数化学品的认识更加广博。

世卫组织还参引了EMF-Portal (www.emf-portal.org)。这是一个关于电场、磁场和电磁场对人类健康和生物系统影响的科学文献数据库。这一开放获取的网站由德国亚琛工业大学职业病研究所下属的生物电磁互动研究中心 (femu) 运营。

EMF-Portal网站是全球范围内关于非电离电磁辐射 (频率范围为0-300 GHz) 的生物和健康相关影响的最全面的科学文献数据库，可不受限制地访问。

EMF-Portal的核心是一个广泛的文献数据库，保存有31031份出版物和6716份关于电磁场影响的个人科学研究摘要综述，见图3。

来源：

世卫组织 <https://www.who.int/peh-emf/research/database/en/>;

EMF Portal <https://www.emf-portal.org/en>



图3 – 关于电磁场与健康的研究

2.7 电磁场效应

生物效应与不良健康效应

当对电磁场的暴露导致生物系统中出现某些明显或可检测到的生理变化时，就会产生生物效应，而这并不一定是有害的。当生物效应超出了人体可以抵消的正常范围，对健康或安适造成损害时，才是不良健康效应。

什么是射频电磁场效应？

暴露于高水平的射频（RF）电磁场会造成组织发热，从而导致体温升高，这被称为热效应。虽然人体有其有效的调节体温的方法，但如果射频暴露过高，人体可能无法应对。

在高于10 MHz的频率上，首先发生的、科学上确定的效应是发热。在低于10 MHz的频率上，首先感受到的是非热神经的刺激（一种刺痛感）。

2.8 国际癌症研究机构（IARC）

IARC对射频电磁场的分类

由于使用无线电话会增加患胶质瘤 – 一种与无线电话的使用相关的恶性脑癌 – 的风险，2011年5月，世卫组织/国际癌症研究机构（IARC）将射频电磁场列为可能导致人类罹患癌症的物质（2B类）。

[IARC网站](#)列出了314种2B类别物质，包括射频场、汽油发动机尾气、泡菜、干洗（职业暴露）和极低频（ELF）磁场。

IARC提供了以下分类综述：

“我们对证据进行了严格审查，并进行了总体评估，认为在使用无线电话的用户中，胶质瘤和听神经瘤的发病率有限，对于其他类型的癌症得出结论是不充分的。上述关于职业和环境暴露的证据也同样被认为是不充分的。”

“致癌性的证据有限：已观察到暴露于该物质与癌症之间存在正相关关系，工作组认为对此的因果解释是可信的，但不能以合理的信心排除偶然因素、偏差和错误。”

“致癌性的证据不充分：现有研究的质量、一致性或统计能力不足以得出暴露与癌症之间是否存在因果关系的结论，或者没有关于人类癌症的数据。”

“鉴于这一分类和调查结果对公共健康的潜在影响...必须对长期大量使用移动电话进行更多的研究。在获得这些信息之前，重要的是采取务实的措施来减少暴露，例如使用免提或发送短信。”

来源：IARC新闻稿，2011年5月31日 – http://www.iarc.fr/en/media-centre/pr/2011/pdfs/pr208_E.pdf

IARC对射频电磁场分类的综述

世卫组织已提供了以下IARC对于射频电磁场分类的综述：

“国际癌症研究机构（IARC）将射频电磁场列为可能导致人类癌症的物质（2B类），即在无法合理可靠地排除偶然因素、偏差和错误的情况下，因果关系被视为具有可信度。”

来源：WHO实况报道，2014年10月 <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/electromagnetic-fields-and-public-health-mobile-phones>

根据IARC 2B分类的含义，WTO将此概括为：

“对人类可疑致癌是一个用来表示在人类致癌性方面存在有限论据、而在实验动物方面的致癌性证据不足的分类。”

来源：WHO手册 “[建立关于电磁场风险的对话（Establishing a dialogue on risk from electromagnetic fields）](#)”

2020年IARC世界癌症报告

2020年，IARC发布了最新的世界癌症报告。关于癌症的致病因素，报告中称：

“由于射频电磁场属于电磁波谱中的非电离部分，光子能量太弱，无法电离分子，从而直接造成DNA损伤。已知射频电磁场的吸收可使生物组织发热，但低于规定限度的最低温度升高并不会增加癌症的风险。尽管进行了大量的研究工作，但迄今为止尚未确定与癌变有关的机制。”

来源：["http://publications.iarc.fr/Non-Series-Publications/World-Cancer-Reports/World-Cancer-Report-Cancer-Research-For-Cancer-Prevention-2020"](http://publications.iarc.fr/Non-Series-Publications/World-Cancer-Reports/World-Cancer-Report-Cancer-Research-For-Cancer-Prevention-2020)

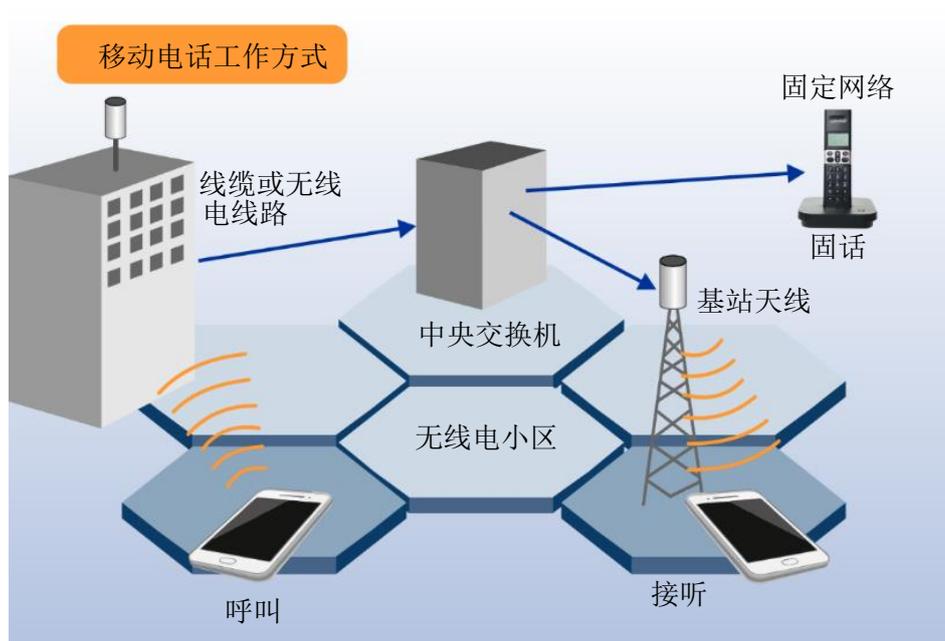
3 移动电话与基站

3.1 移动电话与无线设备的工作方式

移动电话或无线设备是一种低功率的双向无线电，包括一个发射机和接收机，使用射频场来接打电话、访问互联网、发送信息和数据。

当你用移动电话拨打电话或接收短信或数据时，你就通过一个射频信号连接到了一个附近的基站。随后，基站与网络核心通信至中央交换机，以确定呼叫要转接到哪里，之后你的呼叫将被转发到固网线路和个人固定电话上；或者，如果你正在拨打的是其他移动电话，你的呼叫将被转接至另一个基站，再转接到你正在拨打的移动电话上。

当你通过移动设备获取数据时，中央交换机将你连接到互联网。见图4。



K Supp. 1(20)_F04

图4 – 移动设备与基站的工作方式

基站是设备房或机柜内的一种低功率、多通道的双向无线电装置。发射和接收无线电信号的基站天线可以安装在发射塔、电线杆、屋顶结构上，或者作为提供本地覆盖的小小区。基站无线电发射机的工作功率通常在2-50瓦之间。在农村地区，基站可使用额外的发射机和接收机功率放大器，以扩大覆盖范围。

基站天线的位置和定位是经过精心选择的，以匹配所需的覆盖区域。小小区天线通常位于建筑物内部，以提供专用的室内覆盖。

3.2 各代移动通信

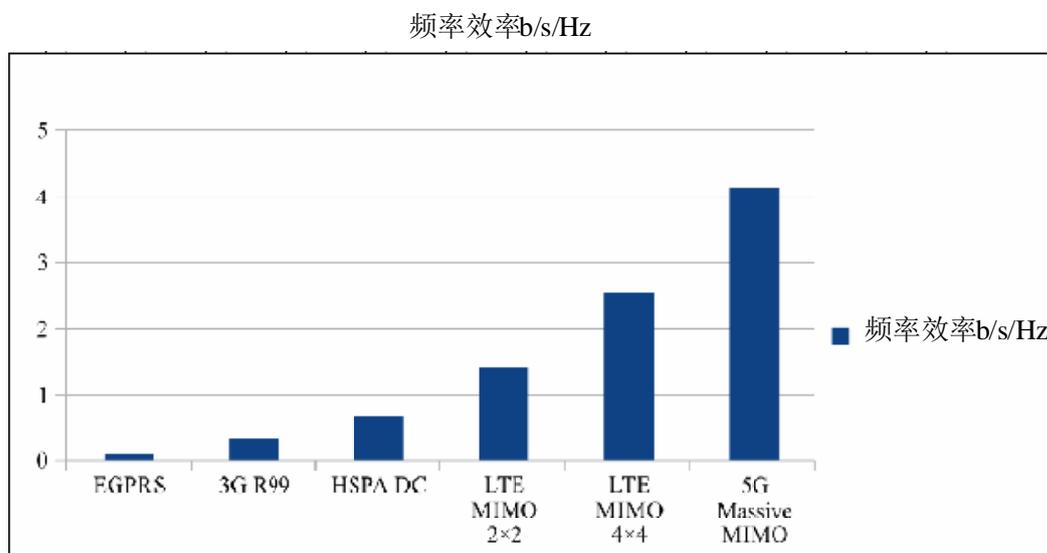
蜂窝移动技术是在1980年左右问世的。从那时起，随着新技术的发展，蜂窝移动技术也在不断演进。图5显示了各项技术的应用演进。

	1G 1980	2G 1990	3G 2003	4G 2009	5G 2020
服务					
设备					

K Suppl. 1(20)_F05

图5 – 移动系统的演进（来源：Orange）

每个新技术的关键特点都是频谱效率的提高，这样，使用同样数量的资源（包括频谱）就能传输更多的信息，如图6所示。



K Suppl. 1(20)_F06

图6 – 移动系统效率比较

3.3 铁塔与天线

了解天线与铁塔的不同之处十分重要。铁塔是支撑天线的结构。正如街灯的亮度取决于与灯的距离而非支撑的电线杆，你需要的是与传输无线电信号的天线保持距离，而不是与支撑天线的铁塔保持距离。

你还需要了解影响人体暴露于射频信号的潜力的、在功率和特性上有巨大差异的大量不同基站的设计。研究显示，在地面层级，基站发出的射频信号强度通常不到移动电话射频信号强度的千分之一。见图7。



K Suppl. 1(20)_F07

图7 – 基站类型

3.4 基站的功率是否会变化？

是的。基站的功率将根据移动电话呼叫的数量和传输的数据流量而变化。除了数据和移动电话呼叫之外，基站还持续发送导频信号，以便附近的移动电话和无线设备能够检测到网络。更多信息，参见第5.3节。

3.5 移动电话功率发射机

移动电话使用的是以低于两瓦的峰值功率进行传输的低功率发射机。移动电话被设计为以尽可能低的功率自动传输，以保持高质量的连接。该功能被称为自适应功率控制。

更多信息参见第6条：移动电话与EMF常见问答。

5G与射频电磁场

什么是5G？

5G是第五代移动网络。5G的设计旨在满足当今现代社会数据和连通性的巨大增长、连接数十亿设备的物联网（IoT）和未来创新的需要。

5G有哪些益处？

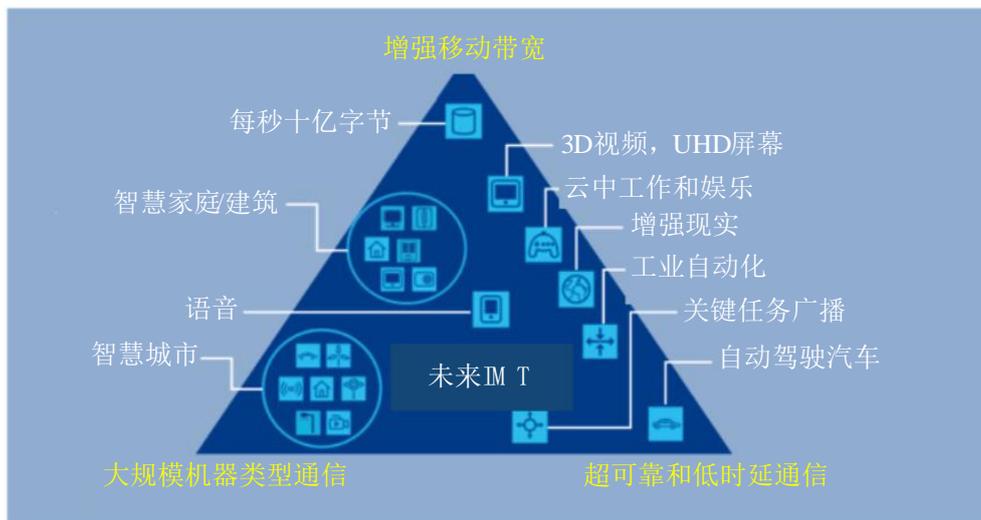
5G技术预计将支持智慧家庭和建筑、智慧城市、3D视频、云中工作和娱乐、远程医疗服务、虚拟和增强现实以及用于工业自动化的大规模机器对机器通信等应用。

5G的用例主要有三类：

大规模机器对机器通信 – 也被称为物联网（IoT），涉及在没有人类干预的情况下以前所未有的规模连接数十亿台设备。物联网具备革命性地改变包括农业、制造业和商业通信在内的现代工业的流程和应用的潜力。

超可靠低时延通信 – 关键任务包括设备的实时控制、工业机器人技术、车对车通信和安全系统、自动驾驶和更安全的运输网络。低时延通信还开启了一个新的世界，使远程医疗、手术和治疗都得以实现。

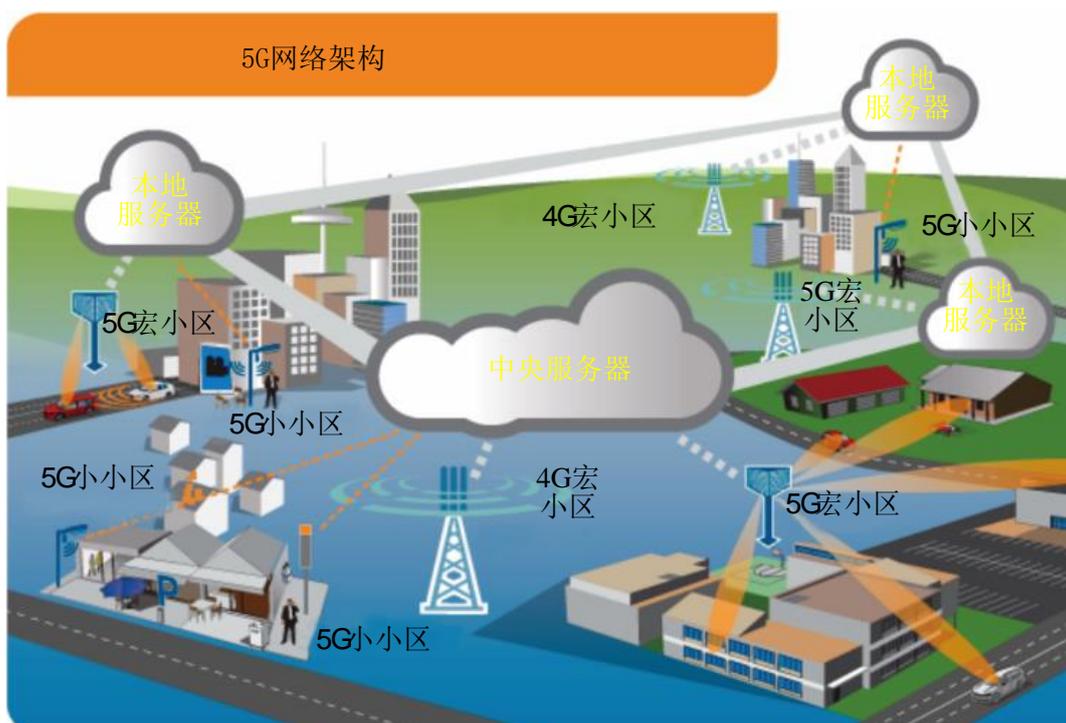
增强的移动宽带 – 提供快得多的数据速度和更大的容量，使世界保持连接。如图8所示，新应用将包括为家庭提供固定的无线互联网接入、无需广播车的户外广播应用，以及为移动人群提供更大的连通性。



K Suppl. 1(20)_F08

图8 – 未来IMT（国际移动通信）系统
(来源：ITU-R M.2083 5G是如何工作的?)

如图9所示，一开始，5G将与现有的4G网络共同运行；之后，在随后的版本和覆盖范围的扩大中演变成完全独立的网络。



K Suppl. 1(20)_F09

图9 – 5G网络架构，描述了5G和4G协同工作，中央和本地服务器为用户提供更快内容和低延迟应用

正如图9所示，一个移动网络由两个主要部分构成：无线电接入网（RAN）和核心网络。

无线电接入网 – 由包括小小区、铁塔、天线杆和连接移动用户与无线设备至主核心网络的专用楼宇和家庭系统在内的不同类型的设施构成。

小小区将是5G网络的主要特征，特别是在连接距离非常短的新毫米波（mmWave）频率上。为提供连续的连接，小小区将在用户需要连接的地方集聚分布，为提供广域覆盖的宏网络提供补充。

5G宏小区将使用多输入多输出（MIMO）天线。这些天线有多个单元或连接，可以同时发送和接收更多数据。对用户来说的益处在于，更多人可以同时连接到网络，并保持高通量。当MIMO天线使用非常多的天线单元时，它们通常被称为“大规模（Massive）MIMO”，但其物理尺寸与现有的3G和4G基站天线相似。

核心网络 – 是管理所有移动语音、数据和互联网连接的移动交换和数据网络。对5G来说，“核心网络”正在被重新设计，以更好地与互联网和基于云的业务整合，还包括提高响应时间（减少时延）的跨网络的分布式服务器。

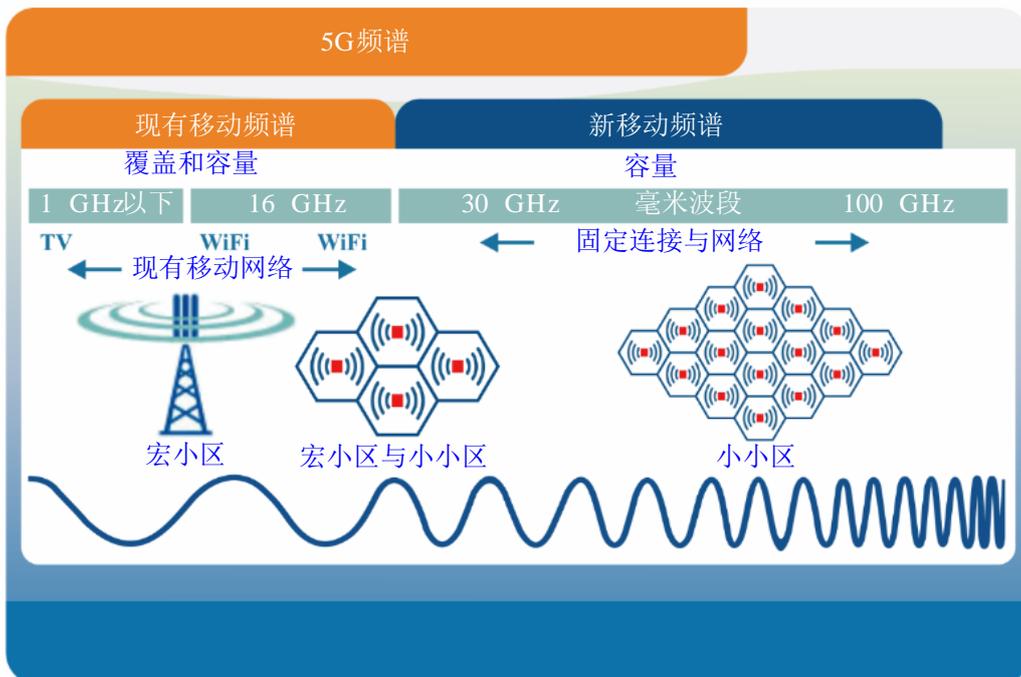
许多5G的先进功能，包括网络功能虚拟化和针对不同应用和业务的网络切片，将在核心网络中进行管理。图9显示了为用户提供更快内容（电影流媒体）的本地云服务器以及用于汽车主动防撞系统的低时延应用的示例。

5G使用什么频率？

在许多国家，5G一开始使用的频段是低于6 GHz的（很多情况下是3.3-3.8 GHz频段）和与现有的移动与Wi-Fi网络相似的频率。高于6 GHz的额外移动频谱，包括经常被称为毫米波（mmW）的26-28 GHz频段，与现有的移动技术相比，提供的容量将显著增加。额外频谱和更大的容量将使更多用户、更多数据和更快连接成为可能。随着传统网络使用量的下降，5G也将把现有的2G、3G和4G低频段频谱用于5G，并支持未来的用例。5G是移动技术演进的下一步，而6G标准的制定工作已经开始。

增加的毫米波段的频谱将提供局部覆盖，因为它们只在短距离范围内操作。未来的5G部署可能在高达86 GHz的频段中使用毫米波频率。

图10显示了移动通信使用的频谱。

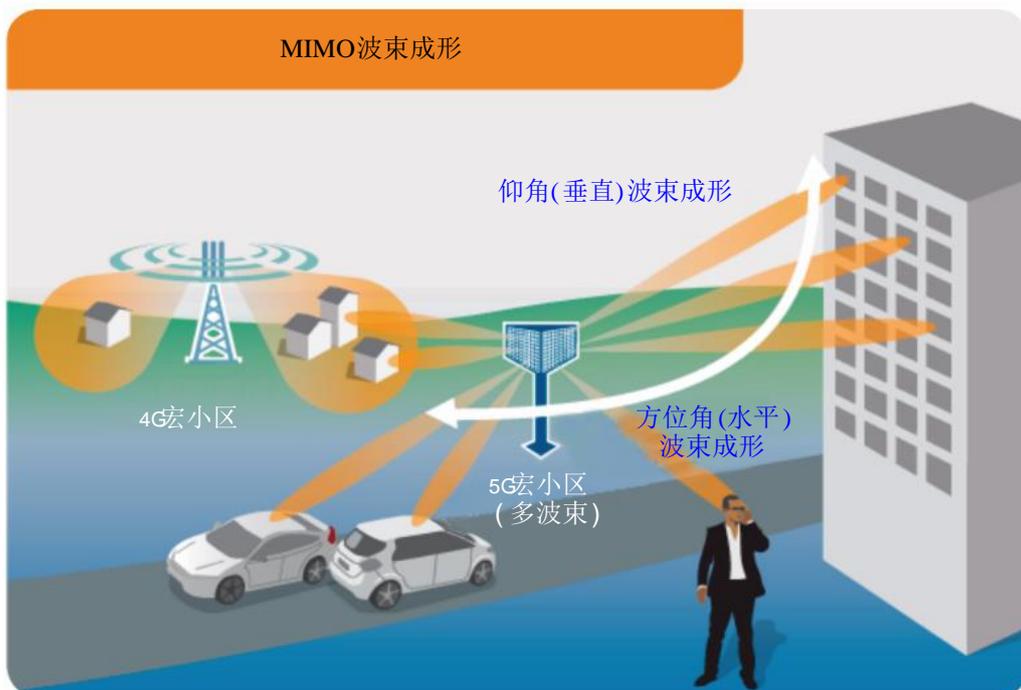


K Suppl. (20)_F10

图10 – 移动通信使用的频谱

什么是MIMO波束转向？

如图11所示，波束转向是一种让大规模MIMO基站天线能够向用户和设备而不是向各个方向发送无线信号的技术。波束转向技术采用先进的信号处理算法来确定无线信号到达用户的最佳路径。这样可以提高效率，因为减少了干扰（无用无线信号）。



K Suppl. 1(20)_F11

图11 – MIMO波束成形

什么是5G基站产生的电磁场电平？

5G网络被设计为更加高效，并且将比提供类似业务的当前网络使用的功率更少。

随着新技术的引进，由于新的发射机处于活动状态，无线电信号的总体电平可能会略有增加。在一些国家，5G的部署可能会作为关闭早期的无线网络举措的一部分。

基于之前无线技术的过渡，我们可以预计，整体暴露电平将保持相对稳定，只是国际暴露导则的一小部分。

5G网络的初始调查显示，暴露电平非常低。ITU-T K系列建议书增补9包含5G移动系统的实施对无线电通信基础设施周围电磁场（EMF）暴露电平的影响的分析。

国际电联关于5G的信息

[国际电联背景介绍](#) – 国际电联在此背景介绍中提供了关于5G的额外信息。

4 移动电话、特定吸收率（SAR）与功率密度

4.1 什么是特定吸收率（SAR）？

特定吸收率（SAR）是人体组织吸收的射频能量的量度，以瓦/千克（W/kg）表示。该测量用于确定移动电话是否符合6 GHz以下频率的安全标准或导则 – 在6 GHz以下的频率，射频能量会被人体组织吸收。见图12。



图12 – 移动电话与特定吸收率

4.2 什么是“功率密度”？

当频率高于6 GHz时，电磁场在人体内的吸收更浅，使得特定吸收率评估的相关性下降。ICNIRP和IEEE的人体暴露导则从功率密度的角度描述了人体暴露。功率密度是对给定区域的功率的度量（W/m²）。

如果移动设备在6 GHz以下和以上的频率下工作，则必须同时评估SAR和功率密度，以确定是否遵守人体暴露导则。这通常也适用于同样在毫米波频段操作的5G设备。

关于5G的额外信息

[国际电联背景介绍](#) – 国际电联在此背景介绍中提供了关于5G的额外信息。

4.3 影响来自移动设备的射频电磁场暴露的因素

在使用过程中，由于自适应功率控制和返回移动网络的连接，移动电话的暴露值变化很大。在实验室测量的最大暴露值并不能提供关于典型使用条件下的射频暴露量的足够信息，以可靠地比较单个手机型号。暴露电平取决于人与移动设备之间的距离以及移动设备发射的射频功率。

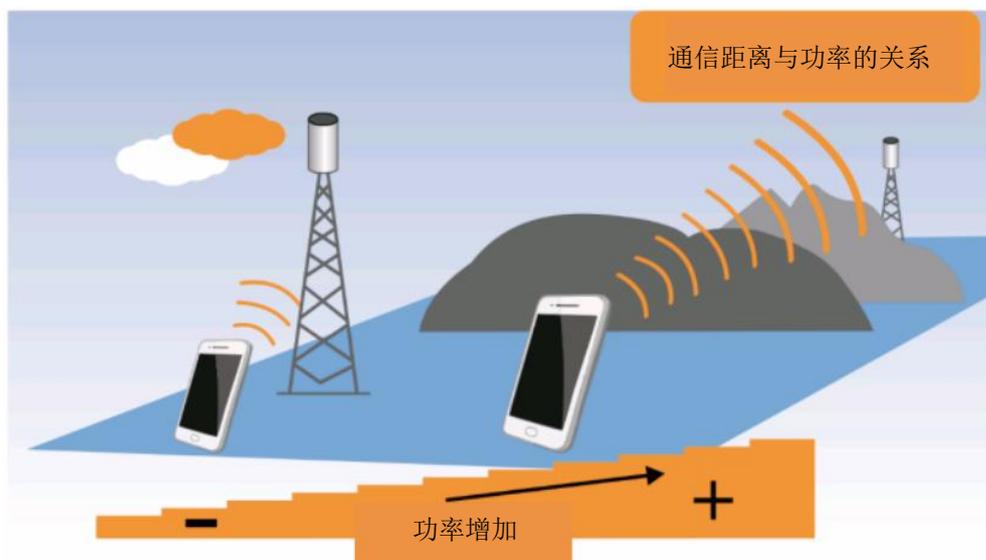
移动设备试图使用最少的能量来提供可靠的服务质量，同时维持电池寿命。实际暴露量根据一系列因素不断变化，包括：

人与移动设备之间的距离

即便稍微拉开与移动电话的距离，射频场也会弱很多。通过使用听筒或扬声器功能使移动电话远离身体，将使暴露显著减少。

与基站的距离

移动电话发出的射频电磁场将根据其与基站的距离，使用自动功率控制来改变其功率电平。离基站越近，所需的功率越小，相反，离基站越远，所需的功率越大，直到达到电话的最大特定吸收率。见图13。



K Suppl. 1(20)_F13

图13 – 到基站的距离与电话功率的增加
 (+表示需要更高的移动电话功率)
 (注- 图将会更新)

用户与基站之间的障碍物

如果移动电话和基站之间存在建筑物、墙壁、山丘、树木或其他障碍物，基站接收到的信号可能也会变弱，这就意味着移动电话的射频场强必须增加，才能继续与基站通信。

正在使用业务

使用移动电话进行语音通话产生的暴露量要大于发送和接收数据或上网。这是因为语音通话时，手机通常放在头部旁边，而在发送和接收数据时，手机通常与身体保持距离。通话所用时间也可能比发送数据长，又使暴露增加。编写短信或电子邮件，或查看已经存储在你手机中的信息所用的时间内不会产生任何巨大的暴露。

暴露与网络的实际通信有关，例如在发送消息期间或在连续语音通话期间。语音通话造成的较高暴露水平仍低于ICNIRP导则，因为所有电话都必须遵守国际安全标准。更多信息参考见第5条：相关电磁场导则与标准。

移动电话也被设计为使用尽可能最低的功率连接至最近的基站，并根据环境自动调整功率。

更多信息，参见ITU-T K系列建议书增补13。

4.4 特定吸收率的值有多重要？

移动电话制造商必须确保其产品符合人体暴露导则中规定的最大特定吸收率水平。

通过严格的测试和多次特定吸收率测量，移动电话的合规测试以尽可能最高的功率电平进行。因此，报告的各型号移动电话的特定吸收率值往往显著夸大了实际生活中的暴露。日常使用中基本不会以最大功率电平运行。

4.5 如何测量设备的特定吸收率

每个型号的移动电话都使用相关标准中列出的国际约定的测试程序进行测试。在测试时，使用“假体”头部和单独的“假体”躯干进行体佩式测量。用模拟人体组织电特性的液体填充假体，并在不同工作频率和位置范围内，测量电话在最大功率下使用时的特定吸收率值。

液体中的探针测量假体内部的电场强度，并用该强度来确定该型号的电话在每个特定配置中的最大特定吸收率值。所以，测试既复杂又耗时。对于全面的合规性测试，这个过程可能需要花费数周的时间，取决于所涉及的型号。

特定吸收率测试过程视频见：

<http://www.emfexplained.info/?ID=25593>

4.6 不同移动电话的特定吸收率是否不同？

是的。不同型号的移动电话的特定吸收率水平会有所不同，因为报告该数值是为了表明符合国家和国际限值。因此，它们不具有直接可比性，但它们却可以表明设备确实符合相关的射频暴露限值。

新技术提高了射频效率，降低了功率；因此，对于类似的语音或数据服务，较新的技术设备的电磁场暴露较低。

4.7 特定吸收率值较低的移动电话是否更安全？

不是。报告的特定吸收率最大值的差别反映了不同的技术参数，如使用的天线及其在设备中的位置。然而，这些差别并不意味着安全性有所差别。

设计特定吸收率的目的是表明符合相关的国家或国际限值。一旦呼叫建立，移动电话就会将功率降低至达到基站和维持高质量通话所需的最低功率电平，而手机所声称的最大特定吸收率值并没有反映出这一事实。

4.8 查找您手机的合规信息

制造商的网站上应提供移动电话的合规信息。每部移动电话所附的使用手册上应印有该信息和其他使用须知。一些监管机构也会在其网站上提供移动电话的合规信息。

5 相关电磁场导则与标准

本节规定了相关的电磁场人体暴露导则和合规评估标准。

5.1 人体电磁场暴露导则

一些国家和国际组织制定了导则，规定职业暴露和一般公众射频电磁场暴露的上限为300 GHz。

ICNIRP导则

与世卫组织存在官方关系的非政府组织国际非电离辐射防护委员会 (ICNIRP) 制定的电磁场的暴露限值是在审查了所有同行评审的科学文献（包括热效应和非热效应）之后制定的。

本导则是基于对已确定会造成健康后果的生物效应的评价。世卫组织审查得出的主要结论是，暴露在ICNIRP国际导则建议的限度以下的电磁场似乎不会对健康造成任何已知的后果。

ICNIRP正在开展一个监测科学研究的项目，确保人类暴露导则与时俱进。

访问ICNIRP: <http://www.icnirp.org/>.

ICES/IEEE安全标准

电气电子工程师学会（IEEE）是一个总部设在纽约的专业协会，致力于推动技术创新和卓越，下属的国际电磁安全委员会（ICES）专注于电磁场安全标准的制定与维护。

IEEE C95.1™-2019 – 关于人体暴露于3 kHz至300 GHz范围的射频电磁场的安全等级标准

注 – ICNIRP和IEEE导则类似，以科学为基础，被世界上许多国家所接受。

5.2 安全系数

ICNIRP 导则采用一系列机制来确保所有人都能够受到保护，避免暴露于射频电磁场。机制之一是使用缩减系数，确保这些限制远低于对所有人造成不利健康影响所需的限制。对普通公众使用的缩减系数为50，使暴露低到无法造成可察觉的核心体温升高，从而对所有人起到保护作用。宽松的安全余量确保人体组织的任何发热都可以忽略不计。

对工作人员的限值是对一般公众的限值的5倍。为一般公众设定较低的限值的理由是，这一群体包括儿童、孕妇、老年人和其他健康状况不同或易受影响的人。此外，暴露可能是连续性的（一天24小时），人们可能完全不知道存在暴露。

[ITU-T K.145](#) 建议书规定了评估和管理无线电通信站点和设施工作人员对射频电磁场暴露限值的遵守情况。

5.3 国际电联标准与导则

国际电信联盟（国际电联）是联合国负责信息通信技术（ICT）事务的主导机构。在过去的 150 年，国际电联协调无线电频谱全球共享使用、积极推进卫星轨道分配中的国际合作、努力改善发展中国家的通信基础设施并制定确保全球种类繁多的通信系统实现无缝互连标准的政府间组织。国际电联开展宽带网络、新一代无线技术、航空和水上导航、射电天文学、基于卫星的地球监测以及日益融合的固定-移动电话、互联网和广播技术等领域的工作，图连通世界之大业。

国际电联的最高决策机构 – 全权代表大会通过了关于与人体暴露于电磁场和相关的测量的修订决议（2018年，迪拜）。

国际电联电信标准化部门（ITU-T）第5研究组（SG5）是研究电磁现象和环境变化的 ICT 环境影响的主导研究小组。

第5研究组的第1工作组研究第3/5号课题：“人体暴露于信息通信技术（ICT）产生的电磁场（EMF）”项下的电磁场问题。由此产生的国际标准（ITU-T 建议书）为人类暴露于电信设备产生的电磁场规定了高水平管理框架（最佳实践监管导则），并根据现有的 ITU-T 建议书和其他标准制定组织（SDO）制定的标准为评估人类暴露提供了导则。

为实现这一目标，第3/5号课题探讨评估电信系统和无线终端产生的电磁场所用的测量技术、程序和数值模型。

国际电联已制定了以下标准和报告：

ITU-T K. 52建议书	遵守电磁场中人身暴露限值的指南
ITU-T K.61建议书	关于电信装置人体暴露限值合规性的电磁场测量和数值预测导则
ITU-T K.70建议书	在无线电通信电台附近限制人体暴露于电磁场（EMF）方面的缓解技术
电磁场估测器	电磁场估测器是一款软件应用程序，用于实现 ITU-T K.70 建议书中所述的、计算发射天线附近的累积射频辐射水平的方法。
ITU-T K.83建议书	电磁场场强监测

ITU-T K.90建议书	防止使用金属导体的电信线路受到直接雷击放电网络运营人员对工频电磁场暴露限值的合规评估技术和工作程序
ITU-T K.91建议书	无线电频率电磁场对人体辐射的评定、评估和监测指导意见
ITU-T K.100建议书	通过测量射频电磁场判定某基站启动服务时是否符合人体暴露限值
ITU-T K.113建议书	射频电磁场电平图的生成
ITU-T K.121建议书	为符合无线电通信基站射频电磁场限值而进行环境管理的指导意见
ITU-T K.122建议书	无线电通信天线附近的暴露水平
ITU-T K.145建议书	评估和管理无线电通信站点和设施工作人员对射频电磁场暴露限值的遵守情况
ITU-R BS.1698建议书	估测由工作在任何频带内的地面广播发射系统所产生的场以评估非电离性辐射的照射
ITU-D第23/1号课题报告	与人体电磁场暴露相关的战略和政策
ITU-R手册	频谱监控
ITU-T K 增补4	可持续智慧城市中有关电磁场的考虑
ITU-T K增补9	5G技术与人体暴露于射频电磁场
ITU-T K增补13	移动和便携式设备在不同使用条件下的射频电磁场（RF-EMF）暴露电平
ITU-T K增补14	RF-EMF暴露限值严于ICNIRP或IEEE导则对4G和5G移动网络部署的影响
ITU-T K增补16	5G无线网络电磁场合规评估
ITU-T K增补19	地铁列车内部的电磁场（EMF）强度

5.4 IEC标准

IEC标准由国际电工委员会（IEC）制定。IEC是一个非营利性的非政府组织，成立于1906年。IEC的成员为各国家委员会，它们委派行业、政府机构、协会和学术界的专家和代表参与IEC的技术和合规评估工作。

IEC106分技术委员会负责编制关于评估人类暴露于电、磁和电磁场的测量和计算方法的国际标准。

IEC TC106的网站上提供了相关的IEC标准的清单：

<https://webstore.iec.ch/> 和IEC TC106控制面板：

https://www.iec.ch/dyn/www/f?p=103:7:0::::FSP_ORG_ID,FSP_LANG_ID:1303,25

注 – IEC 和ICNIRP已就分担制定电磁场标准的责任达成一致。ICNIRP制定电场磁场暴露限值导则，IEC制定电磁场暴露评估标准。

5.5 IEEE标准

IEEE也制定了3 kHz至300 GHz频率范围的电磁场合规评估标准。在[IEEE网站](#)上的搜索栏中输入“EMF”可获取相关的IEEE电磁场标准。

IEC和IEEE之间还签署了正式的共享协议。基于IEC和IEEE之间的双标识协议，未来，由IEC制定的电磁场合规评估标准也将带有IEEE标识，即，成为IEEE标准。

6 移动电话与电磁场常见问答

6.1 有哪些与移动电话及其基站相关的健康风险？

有哪些与移动电话及其基站相关的健康风险？

[在线问答](#)

2013年9月20日

问：有哪些与移动电话及其基站相关的健康风险？

答：世卫组织非常重视这个问题。鉴于移动电话的使用人数众多，对健康的不利影响的发生率略有增加即可能造成重大的公共卫生影响。

由于移动电话发射的射频（RF）场的辐射通常比从基站发射的射频场的辐射高1000倍以上，并且由于手持设备产生的任何不利影响的可能性更大，因此几乎只对暴露于移动电话可能产生的影响进行了研究。

研究集中在以下领域：

- 癌症
- 其他健康影响
- 电磁干扰
- 交通事故

癌症

基于暴露于无线电话的射频辐射与头部癌症（胶质瘤和声神经瘤）之间的关系的混合人类流行病学证据，国际癌症研究机构将射频场列为可能对人类致癌的类别（2B组）。到目前为止的研究没有任何迹象表明暴露于环境中的射频场（例如基站的射频场）会增加癌症或任何其他疾病的风险。

其他健康影响

科学家已经报告了使用移动电话对健康的其他影响，包括大脑活动、反应时间和睡眠模式的改变。这些影响都是轻微的，不会显著影响健康。更多的研究正在进行中，以试图证实这些发现。

电磁干扰

当移动电话非常靠近某些医疗设备（包括起搏器、植入式除颤器和某些助听器）时，有可能对其操作造成干扰。对于3G手机和新设备来说，这一风险大大降低。此外，移动电话信号与飞机电子设备之间也存在干扰的可能。一些国家已批准飞行期间在飞机上使用移动电话（要使用控制电话输出功率的系统）。

交通事故

研究已经显示，在驾驶过程中使用移动电话（无论是手持还是使用“免提”装置），由于注意力分散，发生交通事故的风险会增加，发生事故的几率大约会高出3-4倍。

结论

虽然并不确定移动电话的使用增加了罹患脑瘤的风险，但移动电话使用的增加以及缺乏超过15年的移动电话使用数据，使得对移动电话使用与脑癌风险的进一步研究成为必要。尤其是，随着移动电话近年来在年轻人中的普及，从而导致终生暴露时间可能更长，世界卫生组织推动了对这一群体的进一步研究，目前正在评估射频场对所有研究端点的健康影响。

来源： – <http://www.who.int/features/qa/30/en/>

5G移动网络与健康

什么是5G？

5G，即第五代，是最新的无线移动电话技术，于2019年第一次大范围部署。5G预计将带来性能提升和大量新应用，包括加强电子卫生（远程医疗、远程监控、远程手术）。

5G与先前的技术主要有哪些差异？

5G代表了电信标准的演进。为了提高性能，5G拓展至更高的频率（3.5 GHz左右），最高可达数十GHz。较高的频率对移动电话网络来说是新鲜的，但却被普遍用于其他应用中，例如点到点无线电链路或用于安全检查的人体扫描仪。

在这些更高的频率上，5G网络使用更多数量的基站和连接对象。5G进一步采用波束成形天线，从而将信号更高效地向使用中的设备聚集，而不是像目前的基站天线那样让信号四散传播。

暴露电平

目前，3.5 GHz左右频率的5G基础设施造成的暴露与现有的移动电话基站类似。随着多波束的5G天线的使用，作为函数，暴露可能会随着用户的位置及其使用情况而更加可变。鉴于5G技术目前正处于部署的早期阶段，射频场中的暴露的任何变化的程度仍在调查中。

5G会带来哪些潜在的健康风险？

迄今为止，在开展了大量研究后，尚未发现任何不良健康影响与暴露于无线技术有因果关系。与健康相关的结论是对整个无线电频谱开展研究之后得出的，但截至目前，对5G使用的频率仅开展了少量研究（注：仅指某些特定频率）。

组织发热是射频场与人体相互作用的主要机制。当前技术所造成的射频暴露电频导致的人体温度上升可忽略不计。

随着频率的增加，对身体组织的渗透更少，能量的吸收变得更局限于身体表面（皮肤和眼睛）。只要总体接触量仍低于国际导则，预计不会对公众健康造成影响。

什么是《国际暴露导则》？

电磁场的暴露导则由两个国际机构制定。许多国家目前遵守由以下机构建议的导则：

国际非电离辐射保护委员会，以及

电气电子工程师学会（通过国际电磁安全委员会）

这些导则并不针对某项特定技术。它们覆盖的射频频率最高为300 GHz，包括正在讨论的5G频率。

世卫组织做了哪些工作？

世卫组织正在进行一项关于射频暴露的健康风险评估，涵盖包括5G在内的整个射频范围，并将于2022年发布。

随着新技术的部署以及更多公共卫生相关的数据的获得，世卫组织将审查与5G暴露造成的潜在卫生风险相关的科学证据。

世卫组织于1996年创建了国际电磁场（EMF）项目。该项目调查暴露于0-300 GHz 频率范围内的电场和磁场对健康的影响，并就电磁场辐射防护向国家权威部门提供咨询意见。

世卫组织主张进一步研究移动通信各方面可能的长期健康影响。该组织确定并推动了相关的研究优先事项，还制作了公共信息材料，并推动科学家、政府和公众之间的对话，以提高对健康和移动通信的认识。

相关链接

[WHO辐射健康课题](#)

[WHO电磁场网站](#)

[电磁场暴露的国家监管](#)

世卫组织实况报道

[移动电话方面](#)

[基站方面](#)

6.2 移动电话是否会发出辐射？

是的，移动电话发射的无线电频率场通常被称为射频信号。

6.3 移动电话发射的功率有多大？

移动电话使用峰值功率小于2瓦的低功率发射机。移动电话被设计为以尽可能最低的功率自动发射，以保持高质量的连接。这一功能被称为自适应功率控制。

6.4 自适应功率控制的工作方式

自适应功率控制是调整移动电话的输出功率电平，以匹配接收到的基站信号的强度变化的过程。信号强度的这些变化可由移动用户和基站之间的距离变化以及移动电话用户的周围环境（例如建筑物、树木和其他障碍物）的变化引起。

自适应功率控制的目的是调整移动电话的输出功率，从而使基站接收到的每个用户的平均功率基本恒定。自适应功率控制同时适用于移动电话和基站信号。

移动电话评估基站信号的强度，并将该信息传回基站。基站启动一系列用于连续增加或减少移动电话的输出功率电平的功率控制命令。在通话期间，当功率变化时，移动电话用户不会察觉到语音和服务质量的任何变化。

6.5 我的手机产生的电磁场是否会变化？

是的。移动电话的电磁场电平在使用期间会发生变化，因为它们被设计为尽可能使用最低的功率，并根据环境自动调整功率。移动电话在低于最大可能电平的状态下通常运行良好。

6.6 什么是移动电话的暴露电平？

射频暴露电平与移动电话在通话或收发数据时的实际输出功率成正比。在日常使用时，由于自适应功率控制，移动电话的输出功率通常显著低于最大输出功率。

许多因素会改变移动电话的输出功率和暴露强度，包括手机的技术、位置、传输和使用。在农村地区使用的移动电话的输出功率电平可能要高于在城市地区使用的移动电话的输出功率电平，因为农村地区距离最近的基站较远。建筑物内部的平均功率也可能高于室外，因为建筑物会使移动接收衰减。现在，楼内专用移动覆盖系统也十分普遍。在这种情况下，手机会尽可能以最低功率运行。

6.7 移动电话的典型功率是多少？

将自适应功率控制的操作考虑在内，移动电话的典型输出功率为10-100毫瓦(mW)。注意，在农村地区，典型功率可能更高。

参引：

- 1) 3G移动通信网络中的终端输出功率分布
<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/bem.20710/abstract>
- 2) 多国研究中的移动电话输出功率的决定因素：对暴露评估的影响
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19465409>

6.8 如何减少暴露于手机辐射？

移动电话被设计成可自动在尽可能以最低的功率工作，使暴露最大程度地减少。不过，你可以采用世卫组织列出的一些措施来进一步减少暴露。

世卫组织注意到：

“除使用‘免提’装置在通话时将移动电话与头部和身体保持一定距离以外，限制通话次数和时间，也会减少接触量。在接收信号好的地点使用电话，也会减少接触量，因为信号好，电话传输功率就会减少。”

来源：<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs193/en/>

图14显示了移动设备造成的个人暴露。更多信息，参见ITU-T K系列建议书增补13。



图14 – 移动设备造成的个人暴露

6.9 手机保护壳可以减少暴露吗？

不能。移动电话被设计成使用尽可能最低的功率来连接至最近的基站，并根据环境自动调整功率。

如果在手机上安装保护壳或其他设备以减少暴露，那么保护壳事实上将屏蔽（或接收）部分无线电信号，手机将自动调整功率以补偿信号的丢失。

世卫组织注意到：

“使用商业装置来降低射频场接触量，并无证据证明是有效的。”

来源：<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs193/en/>

6.10 在靠近基站时，手机的电磁场辐射是否会减少？

是的。当位于接收情况良好或被覆盖的区域时，移动电话使用最低功率。这通常发生在靠近移动基站时，因为只要很短的距离即可传回最近的基站。

移动网络会自动调整维持连接所需的移动电话和基站功率。因此，当位于覆盖良好或靠近基站的区域时，移动电话产生的电磁场最低。

6.11 当信号满格的时候，移动电话的电磁场是否较低？

是的。在接收情况良好的区域，移动电话尽可能以最低的功率运行。

6.12 与通话相比，发短信的暴露量是否较低？

是的。短信是通过很短的数据传输来发送的，并且移动电话在物理上远离头部。

关于暴露电平，世卫组织注意到：

“与身体保持30-40公分距离使用移动电话者，如发送短信、上网或使用‘免提’装置，射频场接触量会大大低于把手机放在耳边接听者。”

来源：<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs193/en/>

6.13 在高速交通工具中使用移动电话时，我们是否处于电磁场暴露的高风险之中？

如果移动电话信号较差，手机的电磁场传输就会增加，以连接到基站。一些高速列车、公共汽车和飞机都内置了移动中继单元，可在交通工具内部提供良好的覆盖，移动电话将以较低的特定吸收率工作。如果高速交通工具距离良好的移动信号较远，通话时手机功率和暴露就会增加。

6.14 在车内或家中使用手机是否更安全，因为车和房屋构成了辐射屏障？

如果汽车或房屋内的移动网络接收较差，移动电话可能会增加发射机功率，以保持连接质量。移动电话根据接收质量不断调整发射机功率，并被设计为尽可能以最低功率运行。

移动电话进行人体暴露标准的合规测试是使用其最大功率电平进行测试的。发射机功率的变化并不意味着安全性的变化。

外置汽车天线可以用来改善移动电话的接收能力，并降低车内的暴露水平。

6.15 儿童是否比成人更容易受到移动电话电磁场的影响？

这是一个非常重要的问题，也是正在进行的研究的重点。

世卫组织注意到，对长期健康影响的研究正在进行中，迄今为止尚未确定具有因果关系或对儿童具有健康影响。

幼儿会吸收更多的电磁场，主要是由于打电话时离移动电话的物理距离较近，并且儿童的头部相对较小。

更多信息，参见ITU-T K系列建议书增补13。

许多卫生机构建议对儿童使用移动电话进行限制。儿童可使用耳机、免提、扬声器电话或短信等来减少暴露。示例见下列清单：

国家卫生机构关于移动电话和儿童的信息

英格兰公共卫生署

http://www.hpa.org.uk/webc/HPAwebFile/HPAweb_C/1317133827077

欧盟委员会

http://ec.europa.eu/health/scientific_committees/opinions_layman/en/electromagnetic-fields07/1-2/3-mobile-phones-cancer.htm

荷兰卫生理事会

<http://www.gezondheidsraad.nl/en/publications>

瑞典辐射安全管理局（SSM）

<http://www.stralsakerhetsmyndigheten.se/Global/Publikationer/Rapport/Stralskydd/2014/SSM-Rapport-2014-16.pdf>

美国食品药品监督管理局

<http://www.fda.gov/radiation-emittingproducts/radiationemittingproductsandprocedures/homebusinessandentertainment/cellphones/ucm116331.htm>

加拿大皇家学会

<https://rsc-src.ca/en/expert-panels/rsc-reports/review-safety-code-6-2013-health-canadas-safety-limits-for-exposure-to>

澳大利亚辐射防护与核安全机构（ARPANSA）

<http://www.arpansa.gov.au/pubs/technicalreports/tr164.pdf>

挪威辐射暨核安全局声明

<http://www.nrpa.no/dav/1ce2548717.pdf>

瑞典工作生活和社会研究理事会（FAS）

<http://www.fas.se/en/News/2012/10-years-of-research-on-the-health-risks-of-radiofrequency-fields/>

挪威公共卫生署 – Folkehelseinstituttet（FHI）

<http://www.fhi.no/dokumenter/6563fe9a33.pdf>

射频与卫生资讯委员会CCARS（西班牙）

<http://www.ccars.es/en/news/there-no-scientific-evidence-wifi-systems-produce-adverse-health-effects-schoolchildren>

7 基站与射频常见问题

7.1 基站附近的电磁场电平如何？

基站产生的电磁场电平在社区和环境中通常很低，与其他无线电传输（如电视和无线电广播）的背景电平类似。基站天线通常架设在铁塔、电线杆和楼宇等结构的顶部。

世界卫生组织监测关于电磁场的科学研究，包括对基站附近电磁场电平的研究。

关于基站附近和环境中的电磁场电平，世卫组织注意到：

“即使是如今，电话塔本身几乎不会增加我们的总体接触量，因为公共接入场所的信号强度通常与远距离广播电台和电视台类似或更低。”

“许多调查显示，生活环境中接触的电磁场场强极低。”

“最近的一些调查显示，基站的射频接触水平会根据不同的因素在国际接触指南规定的0.002%至2%之间浮动，例如天线的远近和周围的环境。”

来源：世卫组织《家庭与环境中的典型暴露（Typical Exposure Levels in the Home and Environment）》<http://www.who.int/peh-emf/about/WhatisEMF/en/index3.html>

来源：世卫组织2006年背景信息<http://www.who.int/peh-emf/publications/facts/fs304/en/>

7.2 住在基站附近或者将基站建在学校附近是否安全？

是的。居住在基站附近是安全的，因为基站以低功率运行，在公共区域产生的电磁场暴露水平低，并且基站是根据其所在的环境经过设计的。

世卫组织注意到：

“考虑到极低的暴露电平和迄今收集到的研究结果，并没有令人信服的科学证据表明基站和无线网络发出的微弱射频信号会对健康造成不利影响。”

“迄今为止，各研究均没有提供任何迹象表明，环境暴露于射频场（例如基站发出的射频场），会增加罹患癌症或任何其他疾病的风险。”

来源：

世卫组织2006年背景信息<http://www.who.int/peh-emf/publications/facts/fs304/en/>

世卫组织2013年在线问答<http://www.who.int/features/qa/30/en/>

在已建成的城市和居住区中，基站天线通常位于建筑物屋顶上或与附近建筑物存在足够的距离，小小区通常设在街道上，以在较低高度提供专用覆盖。低功率的基站通常位于公寓和城市楼宇内，以提供专用的移动覆盖。

位于农村和乡村地区的基站功率较高，以提供更大的覆盖范围，并且这些基站通常安装在较高的结构或铁塔上。

基站是按照不会使暴露超过国际非电离辐射防护委员会（ICNIRP）规定的建议限值来设计和运营的。许多国家监管机构对电磁场的测量表明，公共场所的电磁场暴露电平通常低于ICNIRP导则的要求。

7.3 更多的基站能否使电磁场减少？

是的。事实上，通过增加基站的数量和将基站设在靠近人们使用移动手机的位置可切实减少电磁场电平。这是因为移动电话通过很短的距离内传输至最近的基站仅需使用较少的功率。网络的运行效率也更高，因为仅需要与附近的用户通信。

因此，为最大限度地减少电磁场，基站需要靠近用户。

7.4 在医院设立基站安全吗？

安全。许多医院都在屋顶上建有基站，并有专门的楼内移动系统，为医院内部提供最佳覆盖。楼内系统意味着在医院内使用的移动电话也可以以尽可能最低的功率工作。

7.5 基站天线前方是否存在禁区？

是的。通常在基站天线正前方有一块区域，在该区域，射频场电平会超过ICNIRP建议的人体暴露限值。公众通常无法进入禁区，因为基站天线安装在远离公共区域的地方。

移动网络运营商需确保在站址设计中纳入基站附近的禁区。

8 电磁场暴露限值常见问答

8.1 电磁场人体暴露限值和标准是由谁制定的？

各国分别制定其电磁场暴露国家标准。然而，这些国家标准中的大部分都借鉴了国际非电离辐射防护委员会（ICNIRP）设定的导则。这一与世界卫生组织有官方联系的非政府组织对全球的科学结果进行评估。

ICNIRP根据对文献的深度审议制定了建议电磁场接触限值的导则。这些导则被定期审议，并在需要时更新。

8.2 人体暴露限值是否存在安全余量？

是的。国际非电离辐射防护委员会（ICNIRP）建议的限值中包含安全余量。ICNIRP得出的电磁场工作人员的暴露限值采用的安全系数是10，得出的公众指导值采用的安全系数为50。

折减系数的设计是考虑到了科学上的不确定性。见图15和16。

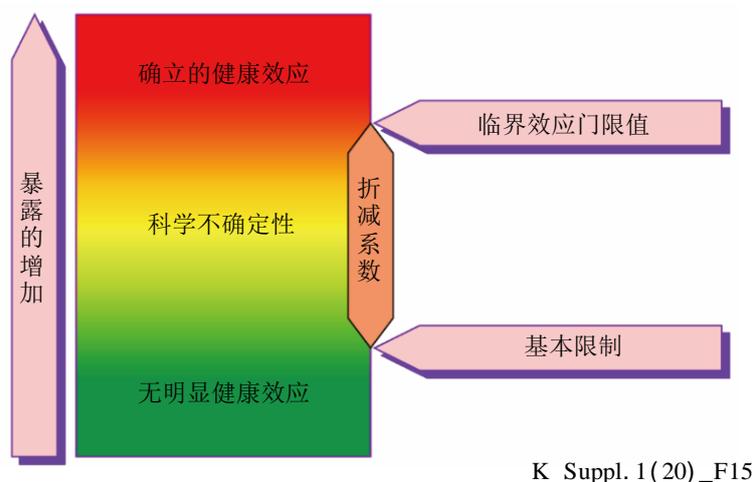
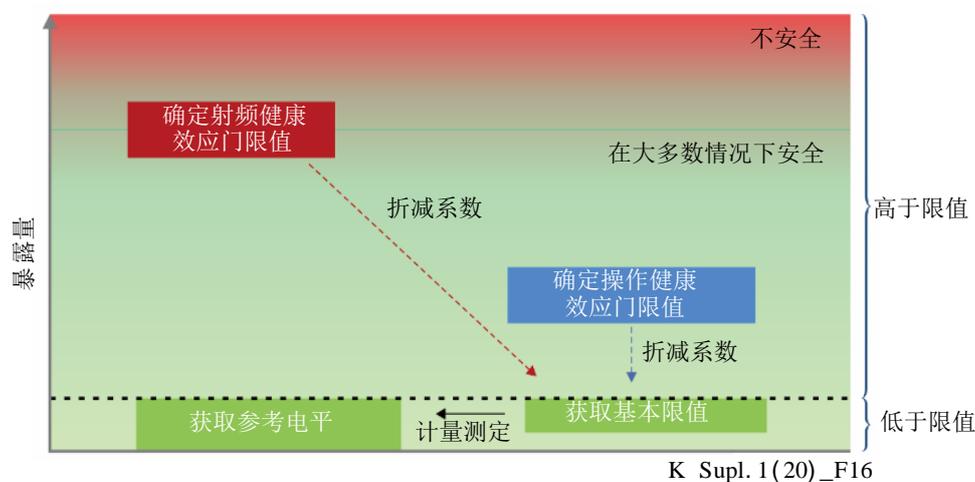


图15 – ICNIRP暴露限值与折减系数 (ICNIRP 1998年)



来源 – ICNIRP (1998 p. 511, 表6和7, 见第16.2节: 参考电平)

来源 – 世卫组织现行标准 <http://www.who.int/peh-emf/about/WhatisEMF/en/index4.html>

来源 – ICNIRP (2020, 表5和6; 见第16.2节: 参考电平)

图16 – ICNIRP暴露限值与折减系数 (ICNIRP 2020版)

8.3 安全标准是否保护儿童和孕妇？

是的。国际非电离辐射防护委员会（ICNIRP）的电磁场暴露准则以对科学文献的认真分析为基础，旨在为包括儿童和孕妇在内的所有年龄段的人群提供保护，防止电磁场对健康的确定影响，内置了较大的安全余量。ICNIRP（2020版）准则称，怀孕的射频工作者的暴露不应超过公共限值，以确保胎儿的暴露符合公共限值。

8.4 安全标准是否保护植入了电子装置的人群？

并非所有情况下都是如此。电子植入物通常附带有关于受到电气和电子设备（包括移动电话和无线电发射机）潜在干扰的风险的安全信息。

为保护电子植入物免受干扰，已制定了专门的射频干扰和抗干扰标准。

被植入电子装置的人如果担心干扰风险，应向医学专家咨询。ICNIRP的人体暴露准则并不是为了防止对电子设备的干扰而制定的。

9 对电磁场的误解的常见问答

9.1 是否有可能用移动电话煮熟鸡蛋或者玉米粒？

不能。移动电话产生的电磁场暴露十分微弱，无法煮熟鸡蛋或者玉米粒。发布在互联网上的视频仅作为广告或娱乐之用，由业余爱好者通过叠加片段制作蒙太奇的方法来改变现实，或是由一些借助蓝牙来营销视频短片的公司制作，用于商业用途。

虽然通过对手机输出的理论计算，证实了这些说法是错误的，但一些国际研究中心还是在实验室条件下进行了同样的实验，以便让人们放心、驳斥这些谣言，并消除人们的忧虑。

在65分钟的时间里，一枚鸡蛋暴露在十倍于移动电话功率输出的集中照射下。当鸡蛋被敲开时，人们发现能量对它没有影响。另一个实体拿了200部手机，放在鸡蛋旁边，但对鸡蛋也没有影响。

9.2 一部移动电话的功率输出是否能让大脑沸腾？

不能。移动电话的最大输出功率为2瓦，并且在大多数情况下要远少于此（平均为0.25瓦）。与体育运动或暴露在阳光照射下相比，电磁波的热效应可能会造成轻微的身体发热，但不会使大脑沸腾。

注意，移动电话产生的热量不仅仅源自无线传输。一些类型的设备在长时间使用时，由于电池发热，会产生非常少量的热量。

9.3 使用手机是否会招致闪电？

众所周知，带电荷的云通过离地面最近的导体 – 无论是灯柱、电塔、树、建筑物还是人 – 向地面放电。人被雷电击中的可能性很小，特别是在有建筑物、电线杆、树木等的地方。

无论是否在使用中，移动电话都不对人们在下雨或雷暴时遭受雷击产生影响。但在雷雨天气，人们不应在空旷、沙漠等没有高架结构来导电的地方移动，因为他们容易暴露在雷击之下 – 雷击容易击中地面上离他们最近的建筑物或物体。

9.4 移动电话是否会造成加油站起火？

不能。移动电话造成的电磁场暴露与加油站起火之间没有因果联系。根据英国石油学会发布的信息和澳大利亚交通安全局发布的报告，没有证据证明移动电话曾经导致加油站起火。

10 国际电联电磁场资源

作为其职责范围的一部分，国际电联就人体在电磁场中的暴露开展了一系列活动。

[ITU-T关于电磁场的活动](#)

[ITU-T电磁场传单](#)

[ITU-T电磁场估测器](#)

[ITU-T关于电磁场的建议书](#)

11 附加电磁场资源

11.1 世卫组织资源

[世卫组织电磁场主页](#)

[世卫组织关于5G的信息](#)

[世卫组织常见问题 – 移动电话与基站](#)

[世卫组织实况报道193- 电磁场与公共卫生：移动电话](#)

[世卫组织实况报道304 – 基站与无线网络](#)

[世卫组织标准与导则](#)

11.2 ICNIRP资源

[ICNIRP网站](#)

[ICNIRP电磁场出版物](#)

11.3 国家政府资源

[澳大利亚辐射防护与核安全机构\(ARPANSA\)](#)

[日本总务省 – 无线电波环境保护](#)

[韩国，国家无线电研究局](#)

[英国政府信息](#)

[加拿大卫生部 – 手机与手机信号塔的安全](#)

[美国食品药品监督管理局](#)

[美国联邦通信委员会 – 无线电话常见问题](#)

[印度，电信部](#)

11.4 非政府组织

[日本电磁场信息中心 \(JEIC\)](#)

[EMF Portal](#)

11.5 通用资源

国际电联 <http://www.itu.int>

世界卫生组织 <http://www.who.int/>

“解释电磁场”系列 (EMF Explained Series) <http://www.emfexplained.info/>

移动与无线论坛 (Mobile Wireless Forum) <http://www.sartick.com/>

GSM协会 <http://www.gsma.com/emf>

澳大利亚移动通信协会 <http://www.amta.org.au/>

12 关于本电磁场与健康指南

国际电信联盟 (国际电联) 是联合国负责信息通信技术 (ICT) 事务的专门机构。

本指南由国际电联制定, 得到包括政府、私营部门实体和学术机构在内的国际电联成员的大力支持。

本指南将按照国际电联和世界卫生组织提供的新信息或研究成果定期更新。

更多信息, 请联系ITU-T第5研究组(tsbsg5@itu.int)。

ITU-T 建议书系列

- 系列 A ITU-T 工作的组织
- 系列 D 资费及结算原则和国际电信/ICT 的经济和政策问题
- 系列 E 综合网络运行、电话业务、业务运行和人为因素
- 系列 F 非话电信业务
- 系列 G 传输系统和媒介、数字系统和网络
- 系列 H 视听及多媒体系统
- 系列 I 综合业务数字网
- 系列 J 有线网络和电视、声音节目及其他多媒体信号的传输
- 系列 K 干扰的防护**
- 系列 L 环境与 ICT、气候变化、电子废物、节能；线缆和外部设备的其他组件的建设、安装和保护
- 系列 M 电信管理，包括 TMN 和网络维护
- 系列 N 维护：国际声音节目和电视传输电路
- 系列 O 测量设备的技术规范
- 系列 P 电话传输质量、电话设施及本地线路网络
- 系列 Q 交换和信令，以及相关联的测量和测试
- 系列 R 电报传输
- 系列 S 电报业务终端设备
- 系列 T 远程信息处理业务的终端设备
- 系列 U 电报交换
- 系列 V 电话网上的数据通信
- 系列 X 数据网、开放系统通信和安全性
- 系列 Y 全球信息基础设施、互联网协议问题、下一代网络、物联网和智慧城市
- 系列 Z 用于电信系统的语言和一般软件问题