



中华人民共和国国家标准

GB XXXX-XXXX

电磁辐射暴露限值和测量方法

Limits and test methods for exposure to
electromagnetic fields

(草案)

征求意见稿

200x-xx-xx 发布

200x-xx-xx 实施

目次

前言

1 范围.....	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义.....	1
4 暴露限值.....	2
4.1 基本限值.....	2
4.2 导出限值.....	3
5 测量方法.....	5
5.1 电磁辐射测量的一般要求	5
5.2 SAR测量方法.....	5
5.3 场参数测量方法.....	6
6 综合评估方法.....	8
6.1 多频率场同时照射.....	8
6.2 其他评估方法	9
附录 A (资料性附录)	10

前 言

电磁辐射对人体安全的影响在国内和国际都日益受到广泛的重视。本标准的制定目的是确保电磁辐射对人体的影响在安全范围内。

本标准在制定过程中参考了国内外具有代表性的标准或导则，从电磁波对人体产生效应的角度对电磁辐射的暴露限值加以规定，并制定了相应的测量方法。

本标准的附录A是资料性附录。

本标准自发布之日起同时替代以下标准：

- GB 9175-88《环境电磁波卫生标准》；
- GB 8702-88《电磁辐射防护规定》；
- GB 12638-90《微波和超短波通信设备辐射安全要求》；
- GB 10436-89《作业场所微波辐射卫生标准》；
- GB 10437-89《作业场所超高频辐射卫生标准》；
- GB 16203-96《作业场所工频电场卫生标准》

本标准由 xxxxxxxxxxxxxxxx 提出并归口

本标准起草单位：xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx

本标准主要起草人：xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx

本标准委托 xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx 负责解释。

1 范围

本标准规定了频率范围为 $0\text{Hz} < f \leq 300\text{GHz}$ 的电磁辐射的人体暴露限值和测量方法。本标准中规定的限值是人体暴露可以接受的上限。

本标准适用于中华人民共和国境内产生电磁辐射的一切单位、设施、设备以及受到暴露的个人。但本标准的限值不适用于为病人安排的治疗或诊断暴露。

本标准以导出限值作为限值判定依据，对不宜以导出限值进行测量的辐射设备，如移动电话等，以基本限值作为判定依据。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB/T 6113.1-1995 无线电干扰和抗扰度测量设备规范。

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

基本限值 basic limit

直接依据设定的健康效应而制定的暴露于时变的电场、磁场和电磁场的限值。通常难于直接测量。根据场的频率，基本限值的物理量分为电流密度(J)、比吸收率(SAR)、功率密度(S)，其中功率密度能在空气中测量。

3.2

导出限值 reference limit

用以决定在实际暴露条件下基本限值是否被超出。导出限值是便于直接测量的量，它由基本限值经测量和计算得出，或按一定比例和暴露时间危害作用导出。物理量为：电场强度(E)、磁场强度(H)、磁通量密度(B)、功率密度(S)和肢体电流(I_L)。按比例和暴露时间危害作用导出的物理量为接触电流(I_c)，脉冲场为比吸收能(SA)。

3.3

职业暴露 occupational exposure

对处于控制条件下的成人和受过训练能意识到潜在危险并采取了相应措施的人的暴露。职业暴露的持续时间限定为工作时间(8小时/天)，并延续至整个工作阶段。

3.4

公众暴露 public exposure

对处于非控制条件下的各种年龄阶段及不同健康状况，并且不会意识到暴露的发生和对其身体造成的危害，不能有效地采取防护措施的个人的暴露。公众暴露的持续时间为全天24h。

3.5

全身暴露 whole-body exposure

人体整体暴露于电磁场的暴露。

3.6

局部暴露 partial exposure

人体表面的局部暴露于电磁场的暴露。

3.7

接触(感觉)电流 contact (perceive) current

人体在电磁场中接触导电物体时产生的通过人体到地的电流。

3.8

电磁场 electromagnetic fields

表征物质媒质或真空的电和磁的状态的场。

3.9

电磁辐射 electromagnetic radiation

a. 能量以电磁波的形式由源发射到空间的现象。

b. 能量以电磁波形式在空间传播。

注：“电磁辐射”一词的含义有时也可引申，将电磁感应现象也包括在内。

3.10

功率密度 power density

穿过与电磁波的能量传播方向垂直的面元的功率除以该面元的面积，单位为 W/m^2 。

3.11

比吸收能(SA) specific energy absorption

生物体单位质量所吸收的电磁辐射能量，单位为J/kg。

3.12

比吸收率(SAR) specific energy absorption rate

比吸收率为生物体单位时间、单位质量所吸收的电磁辐射能量，其单位是W/kg。

4 暴露限值

4.1 基本限值

对于不同的频率范围，采用不同的基本限值参数：

—— <1Hz 至 10MHz，基本限值为电流密度；

—— 100kHz 至 10GHz，基本限值为 SAR。在 100kHz 至 10MHz，基本限值为 SAR 和电流密度；

—— 10GHz 至 300GHz，基本限值为功率密度。

表 1 0Hz<f≤10GHz 时变电场和磁场暴露的基本限值

暴露特性	频率范围	头和躯干的 电 流 密 度 (mA/m ²)(rms)	全 身 照 射 SAR(W/kg)	局部暴露 SAR(头和躯干)(W/kg)		局 部 暴 露 SAR(四肢)(W/kg)	
				≤2 小时	>2 小时	≤2 小时	>2 小时
职业暴露	<1Hz	10	-	-	-	-	-
	1Hz -4Hz	10/f	-	-	-	-	-
	4Hz-1kHz	2.5	-	-	-	-	-
	1kHz-100kHz	F/400	-	-	-	-	-
	100kHz-10MHz	F/400	0.1	5.0	10/t	10	20/t
	10MHz-10GHz	-	0.1	5.0	10/t	10	20/t
公众暴露	<1Hz	2.0	-	-	-	-	-
	1Hz -4	2.0/f	-	-	-	-	-

	4Hz-1kHz	0.5	-	-	-	-	-
	1kHz-100kHz	$f/2000$	-	-	-	-	-
	100kHz-10MHz	$f/2000$	0.02	1.0	$1.2/t^{1/4}$	2	$2.4/t^{1/4}$
	10MHz-10GHz	-	0.02	1.0	$1.2/t^{1/4}$	2	$2.4 t^{1/4}$

注：1) f 为频率，单位 Hz；

2) t 为大于 2 小时的暴露时间，单位 h；

3) 由于人体各部位的电特性不均匀，电流密度应为垂直于电流方向的 1cm^2 内的平均值；

4) 对于 100kHz 以下的频率，峰值电流密度可以通过 rms 值乘以 $2^{1/2}$ (约为 1.414) 获得。对于周期为 t_p 的脉冲，其基本限值可用等效频率 $f=1/(2t_p)$ ；

5) 所有 SAR 值为任意 6 分钟的平均值；

6) 局部暴露 SAR 值为 10g 组织的平均值；

7) 对于周期为 t_p 的脉冲，其基本限值可用等效频率 $f=1/(2t_p)$ 。另外，对于脉冲暴露，在频率为 0.3 至 10GHz 中对头部的局部暴露，为限制或避免由于热膨胀而造成的听觉影响，应使用附加基本限值，即对于职业暴露平均 10g 组织内 SA 值不超过 5mJ/kg (≤ 2 小时) 或 2.5mJ/kg (> 2 小时)，对于公众暴露不超过 1mJ/kg (≤ 2 小时) 或 0.5mJ/kg (> 2 小时)。

表 2 频率为 10GHz 至 300GHz 功率密度的基本限值

暴露特性	功率密度 (W/m^2)
职业暴露	6
公众暴露	2

注：1) 功率密度为 20cm^2 的暴露区在任意 $68/f^{1.05}$ 分钟 (f 单位为 GHz) 内的平均；

2) 空间最大功率密度，在 1cm^2 内平均应不超过上述值的 20 倍。

4.2 导出限值

4.2.1 场强的导出限值

表 3 和 4 给出了职业和公众暴露的导出限值。导出限值是暴露体全身的空间平均值，但条件是不超过局部暴露的基本限值。

表 3 时变电场和磁场的职业暴露导出限值 (rms 值)

频率范围	电场强度 E (V/m)	磁场强度 H (A/m)	磁感应强度 B (μT)	等效平面波功率 密度 S_{eq} (W/m^2)
<1Hz	-	26400	31200	-
1Hz-8Hz	12000	$26400/f^2$	$31200/f^2$	-
8Hz-25Hz	12000	$3300/f$	$3900/f$	-
0.025kHz-0.82kHz	$300/f$	$3.3/f$	$3.9/f$	-
0.82kHz-3kHz	$300/f$	4	4.8	-
3kHz-65kHz	100	4	4.8	-
0.065MHz-1MHz	100	$0.26/f$	$0.31/f$	-
1MHz-17MHz	$100/f^{1/2}$	$0.26/f^{1/2}$	$0.31/f^{1/2}$	-
17MHz-2500MHz	24.2	0.062	0.076	1.5
2.5GHz-10 GHz	$15.2f^{1/2}$	$0.04f^{1/2}$	$0.048f^{1/2}$	$0.6f$
10GHz-300GHz	48	0.13	0.15	6

注：1) f 的单位为各行中第一栏的单位；

2) 对于频率为 100kHz 至 10GHz， S_{eq} 、 E^2 、 H^2 、 B^2 均是任意 6 分钟的平均值；

3) 100kHz 以下的峰值参见表 1 注 4)；

4) 100kHz 至 10MHz 之间的频率，场强的峰值通过 100kHz 峰值的 1.5 倍与 10MHz 峰值的 32 倍的插值算法得到。对于超过 10MHz 的频率，当在脉冲宽度内平均时，峰值平面波功率密度不超过 S_{eq} 限值的 1000

倍，或者场强不超过表中给出场强的 32 倍；

5) 对于超过 10GHz 的频率， S_{eq} 、 E^2 、 H^2 、 B^2 均是任意 $68/f^{1.05}$ 分钟(f 单位为 GHz)内的平均值；

6) 职业暴露考虑时间因素，其中暴露时间小于 2 小时时，限值可放宽到 1.5 倍；2-8 小时的限值以 2 小时的限值为起点线性递减至 8 小时的值。

表 4 时变电场和磁场的公众暴露导出限值(rms 值)

频率范围	电场强度 E (V/m)	磁场强度 H (A/m)	磁感应强度 B (μ T)	等效平面波功率密度 S_{eq} (W/m ²)
<1Hz	-	7000	9000	-
1Hz -8Hz	8000	$7000/f^2$	$9000/f^2$	-
8Hz -25Hz	8000	$900/f$	$1100/f$	-
0.025kHz-0.8kHz	$200/f$	$0.9/f$	$1.1/f$	-
0.8kHz -3kHz	$200/f$	1.13	1.4	-
3kHz -150kHz	67	1.13	1.4	-
0.15MHz -1MHz	67	$0.17/f$	$0.21/f$	-
1MHz -23MHz	$67/f^{1/2}$	$0.17/f^{1/2}$	$0.21/f^{1/2}$	-
23MHz -2500MHz	14	0.036	0.044	0.5
2.5GHz -10GHz	$9.85f^{-1/2}$	$0.026f^{-1/2}$	$0.028f^{-1/2}$	$f/5$
10GHz -300GHz	28	0.073	0.088	2

注：1) f 的单位为各行中第一栏的单位；

2) 对于频率为 100kHz 至 10GHz， S_{eq} 、 E^2 、 H^2 、 B^2 均是任意 6 分钟的平均值；

3) 100kHz 以下的峰值参见表 1 注 3；

4) 100kHz 至 10MHz 之间的频率，场强的峰值通过 100kHz 峰值的 1.5 倍与 10MHz 峰值的 32 倍的插值算法得到。对于超过 10MHz 的频率，当在脉冲宽度内平均时，峰值平面波功率密度不超过 S_{eq} 限值的 1000 倍，或者场强不超过表中给出场强的 32 倍；

5) 对于超过 10GHz 的频率， S_{eq} 、 E^2 、 H^2 、 B^2 均是任意 $68/f^{1.05}$ 分钟(f 单位为 GHz)内的平均值；

6) 对于频率<1Hz 没有提供 E 场，在此频率下为静电场。场强应小于 12.5kV/m；

7) 对于频率 50Hz, 暴露时间小于 1 小时时，限值可放宽到 10kV/m。

4.2.2 接触和感应电流的导出限值

110MHz 以下接触电流导出限值见表 5。

表 5 时变接触（感觉）电流的导出限值

暴露特性	频率范围	最大接触电流(mA)
职业暴露	<2.5kHz	1.0
	2.5kHz-100kHz	$0.4f$
	100kHz-110MHz	40
公众暴露	<2.5kHz	0.5
	2.5kHz-100kHz	$0.2f$
	100kHz-110MHz	20

注：f 为频率，单位 kHz。

对于 10MHz-110MHz 频段，四肢电流的导出限值应在局部 SAR 基本限值以下，见表 6。

表 6 10MHz-110MHz 频段四肢感应电流导出限值

暴露特性	电流(mA)
职业暴露	100
公众暴露	45

- 注：1) 公众暴露等于职业暴露除以 $5^{1/2}$ ；
 2) 为与局部 SAR 基本限值相一致，用 6 分钟内感应电流平方的时间平均值的平方根作为导出限值的基础。

5 测量方法

5.1 电磁辐射测量的一般要求

- 5.1.1 测量时的环境条件应符合仪器的使用环境条件，测量记录应注明环境条件。
- 5.1.2 测量点位置的选取应考虑使测量结果具有代表性。不同的测量目的应采取不同的测量方案。
- 5.1.3 测量前应估计最大场强值，以便选择测量设备。测量设备应与所测对象在频率、量程、响应时间等方面相符合，以保证测量的准确。
- 5.1.4 测量时必须获得足够的数量，以保证测量结果准确可靠。
- 5.1.5 测量中异常数据的取舍以及测量结果的数据处理应按统计学原则处理。
- 5.1.6 电磁辐射测量应建立完整的文件资料以备复查，文件资料包括测量设备的校准证书、测量方案、测量布点图、原始测量数据、统计处理方法等。
- 5.1.7 场参数测量时，若用宽带测量设备进行测量，测量值没有超出限值，则不需用其他设备进行测量，否则应使用窄带测量设备进行测量，找出影响测量结果的主要辐射源。
- 5.1.8 对固定辐射源（如电视发射塔）进行场参数测量，应设法避免或尽量减少周边偶发的其他辐射源的干扰，对不可避免的干扰估计其对测量结果可能产生的最大误差。
- 5.1.9 测量设备应定期校准。

5.2 SAR测量方法

5.2.1 测试系统

SAR 测试系统包括：电场探头、导线、导线包绕物、指示器、控制装置、人体模型和吸波室。应具备以下特性：

- 电场探头应能满足全向测量的要求，不受电场极化方向的影响。探头的几何尺寸应足够小，以减少对测量结果的影响；
- 导线应为屏蔽的高阻抗电缆或光纤；
- 导线包绕物应具有较低的介电常数，并且不与模拟物发生化学反应；
- 控制装置可为机械的或电子的，作用是移动探头；
- 人体模型可为全部人体模型或部分人体模型，模型中填充物的物理特性应与人体组织的物理特性相等效；
- 吸波室应六面挂吸波材料，所用吸波材料的频率特性应与所测频率相适应。

5.2.2 测量方法

- 被测试设备、人体模型和探头应放置于吸波室中，其余设备或操作者应在吸波室以外；
- 将被测设备放置在人体模型的适当位置，并开始对模型进行暴露；
- 控制探头，使探头在人体模型的纵截面和横截面上以一定的距离步长移动，每移动一次位置，读取一次数值；
- 应用以下公式计算 SAR 值：

$$SAR = \frac{\sigma}{\rho} E^2 \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中：

SAR ——比吸收率；

——组织电导率；

——组织密度；

E——测量的组织中的电场强度。

e) 测量结果取单位质量的 SAR 平均值。

5.3 场参数测量方法

5.3.1 测试前评估

在对电磁场辐射测量前，应尽可能了解发射源的特性以及可能的传播特性。这有利于更好地评估辐射场强并能适当地选择测量仪表和测量程序。以下是发射源的主要特性以及需了解的传播特性：

——发射源的类型和发射功率；

——调制特性：即相关的时域和频域特性；

——载波频率；

——相关因子：脉冲宽度、脉冲重复频率等；

——极化方向；

——发射源数目：如果不止一个发射源存在，则应确定这些发射源是否属于一类，其功率是否可进行叠加；

——发射源到测量点的距离；

——天线的类型以及性能，例如增益、辐射角、方向、波束宽度和物理尺寸等；

——存在的吸收或反射物，这些会影响发射源到测量点的传播。

5.3.2 测量设备

5.3.2.1 宽带测量设备

具有各向同性或有方向性响应的带宽足以接收和处理特定发射的所有频谱分量的场强测量设备，如场强计、微波辐射与泄漏测量仪等。宽带测量设备应用于宽频段电磁辐射的测量，用有方向性的探头时，应调整探头方向以测出最大辐射电平。

测量设备的频率范围和量程应满足测量需要，测量设备的准确度应不超过 $\pm 3\text{dB}$ 。

5.3.2.2 窄带辐射测量设备

能够对带宽内某一特定发射的部分频谱分量进行接收和处理的场强测量设备，如符合 GB/T6113.1-1995《无线电干扰和抗干扰测量设备规范》要求的测量接收机、频谱仪和天线组合的场强测量装置等。窄带测量设备应用于单个频率或某种已知频率的电磁辐射的测量。

5.3.3 场参数的测量原则

根据不同的电磁辐射频率，分别测量不同的场参数：

a) 30MHz 以下频段，对于作业场所应分别测量其电场参数和磁场参数，对于其它场所测量电场参数或磁场参数；

b) 30MHz ~ 300MHz 频段，对于作业场所测量其电场参数或磁场参数，对于其它场所仅测量电场参数；

c) 300MHz ~ 300GHz 频段，对于所有场所测量其电场参数。

5.3.4 作业场所的电磁辐射测量方法

5.3.4.1 测量时间

在辐射源正常工作时间内进行测量。每个测量点连续测量 5 次，每次测量时间不应小于 15 秒，并读取稳定状态的最大值。若测量读数起伏较大，则应适当延长测量时间直至 6 分钟。

5.3.4.2 测量位置

- 5.3.4.2.1 作业人员操作位置，距离地面 0.5m、1m、1.7m 三个部位。
- 5.3.4.2.2 辐射源各辅助设施(计算机房、供电室等)作业人员经常操作的位置，距离地面 0.5m、1m、1.7m。
- 5.3.4.2.3 辐射源附近的固定哨位、值班位等。

5.3.5 一般环境电磁辐射测量方法

5.3.5.1 测量时间

根据测量目的在相应的电磁辐射高峰期确定测量时间；对于 24 小时昼夜测量，昼夜测量的次数不小于 10 次，测量间隔不小于 1 小时。

每次测量时间不应小于 15 秒，若测量读数起伏较大，则应当适当延长测量时间直至 6 分钟。

5.3.5.2 测量高度

一般取离地面 1.5m-2m 高度，也可根据不同目的选择测量高度。

5.3.5.3 窄带测量时的测量频率

典型辐射体取其发射频率为测量频率；一般环境测量取电场强度大于 60dB μ V/m 的频率作为测量频率。

5.3.5.4 布点方法

5.3.5.4.1 典型辐射体环境测量布点

对典型辐射体周围环境进行辐射测量时，以辐射体为中心，在一定间隔方位的延长线上，选取距辐射体中心不同距离的点作为测量点，起始点的距离和测量点的距离间隔根据实际情况确定。

通常，电视发射塔的起始点距离为 30m，移动通信基站的起始点距离为 15m，其他典型辐射体的起始点距离根据本条原则确定。对于环境敏感建筑物应在阳台或窗口处选点测量。

5.3.5.4.2 一般环境测量布点

对整个城市电磁辐射测量时，根据城市测绘地图，将全区划分为(1×1)km² 或(2×2)km² 小方格，取方格中心为测量位置。

5.3.5.4.3 按上述方法在地图上布点后，应对实际测量点进行考察。考虑地形地物影响，实际测量点应避开高层建筑物、树木、高压线以及金属结构等，尽量选择空旷地方测试。

5.3.5.5 数据处理

5.3.5.5.1 如果测量仪器读出的场强测量值的单位为 dB μ V/m，则先按下列公式换算成以 V/m 为单位的场强测量值：

$$E = 10^{\left(\frac{X}{20}-6\right)} \dots\dots\dots(2)$$

式中：

X——测量仪器的读数；

E——以伏每米 (V/m) 为单位的场强测量值。

5.3.5.5.2 测量数据按下列公式处理：

$$\bar{E}_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n E_{ij} \dots\dots\dots(3)$$

$$E_s = \sqrt{\sum_{i=1}^m \bar{E}_i^2} \dots\dots\dots(4)$$

$$E_G = \frac{1}{k} \sum_{s=1}^k E_s \dots\dots\dots(5)$$

式中：

- E_{ij} ——某测量位某频段中频率 i 点的第 j 次场强测量值；
- \overline{E}_i ——某测量位某频段中频率 i 点的场强测量值的平均值；
- n ——某测量位某频段中频率 i 点的场强测量次数；
- E_s ——某测量位某频段中的综合场强值；
- m ——某测量位某频段中被测频率点的个数；
- E_G ——某测量位 24h (或一定时间内) 内测量的某频段的综合场强的平均值；
- k ——24 小时 (或一定时间内) 内测量某频段电磁辐射的测量频次。

如果测量设备是宽带设备，可由公式 (3) 和 (5) 直接计算，公式中的带入量作相应的变动即可。

5.3.5.5.3 根据需要可分别统计每次测量中的最大值 E_{max} 、最小值 E_{min} ，50%、80%和 95%时间内不超过的场强值 $E_{(50\%)}$ 、 $E_{(80\%)}$ 和 $E_{(95\%)}$ 。

5.3.5.5.4 绘制电磁辐射场分布图

根据需要可绘制电磁辐射场分布图

6 综合评估方法

6.1 多频率场同时暴露

在不同频率同时暴露的条件下，能否将这些频率暴露的效应相加是十分重要的。应分别对热效应和电效应分别测量，并且应满足以下的基本限值。以下方程式针对于实际暴露条件下的相应频率。

对于电效应，相应于 10MHz 以下频率，感应电流密度应满足：

$$\sum_{i=1\text{Hz}}^{10\text{MHz}} \frac{J_i}{J_{L,i}} \leq 1 \quad \dots\dots\dots(6)$$

式中：

- J_i ——频率 i 的感应电流密度；
- $J_{L,i}$ ——表 1 中频率 i 的感应电流密度的基本限值。

对于热效应，相应于 100kHz 以上频率，SAR 和功率密度值应满足：

$$\sum_{i=100\text{kHz}}^{10\text{GHz}} \frac{SAR_i}{SAR_L} + \sum_{i>10\text{GHz}}^{300\text{GHz}} \frac{S_i}{S_L} \leq 1 \quad \dots\dots\dots(7)$$

式中：

- SAR_i ——由于频率 i 暴露的 SAR 值；
- SAR_L ——表 1 中给出的 SAR 限值；
- S_L ——表 2 中给出的功率密度限值；
- S_i ——频率 i 的功率密度值。

对于基本限值的实际应用，场强的导出限值可用以下规则。

对于感应电流密度和电效应，在 10MHz 以下，可应用下列表达式：

$$\sum_{i=1\text{Hz}}^{1\text{MHz}} \frac{E_i}{E_{L,i}} + \sum_{i>1\text{MHz}}^{10\text{MHz}} \frac{E_i}{a} \leq 1 \quad \dots\dots\dots(8)$$

和

$$\sum_{j=1\text{Hz}}^{65\text{kHz}} \frac{H_j}{H_{L,j}} + \sum_{j>65\text{kHz}}^{10\text{MHz}} \frac{H_j}{b} \leq 1 \quad \dots\dots\dots(9)$$

式中：

- E_i ——频率 i 的电场强度；
- $E_{L,i}$ ——表 3 和 4 中电场强度的导出限值；
- H_j ——频率 j 的磁场强度；

$H_{L,j}$ ——表 3 和 4 中磁场强度的导出限值；

a ——对于职业暴露为 100 V/m，对于公众暴露为 67 V/m；

b ——对于职业暴露为 4 A/m(4.8 μ T)，对于公众暴露为 1.13 AV/m(1.4 μ T)。

高于 1MHz 电场强度用常数 a ，高于 65kHz 磁场强度用常数 b ，是考虑感应电流密度不能与热效应混合相加。

对于热效应，频率高于 100kHz 时，应考虑以下关系式：

$$\sum_{i=100kHz}^{1MHz} \left(\frac{E_i}{c}\right)^2 + \sum_{i>1MHz}^{300GHz} \left(\frac{E_i}{E_{L,i}}\right)^2 \leq 1 \quad \dots\dots\dots(10)$$

和

$$\sum_{j=100kHz}^{1MHz} \left(\frac{H_j}{d}\right)^2 + \sum_{j>1MHz}^{300GHz} \left(\frac{H_j}{H_{L,j}}\right)^2 \leq 1 \quad \dots\dots\dots(11)$$

式中：

E_i 频率 i 的电场强度；

$E_{L,i}$ ——表 3 和 4 中电场强度的导出限值；

H_j ——频率 j 的磁场强度；

$H_{L,j}$ ——表 3 和 4 中磁场强度的导出限值；

c ——对于职业暴露为 $100/f^{1/2}$ V/m(f 为 MHz)，对于公众暴露为 $67/f^{1/2}$ V/m；

d ——对于职业暴露为 $0.26/f$ A/m(f 为 MHz)，对于公众暴露为 $0.17/f$ A/m。

以上的方程式是针对于多源场的最差条件。

6.2 其它评估方法待补充。

附录 A

(资料性附录)

场强的估算

A.1 远区场场强估算

为了估算辐射体对环境的影响，对于典型的中波、短波、超短波发射台站的发射天线在环境中辐射场强按 (A.1) 式至 (A.6) 计算。对正方形、圆口面微波天线在环境中辐射场功率密度按 (A.7) 式计算：

A.1.1 中波（垂直极化波）

理论公式：

$$E = \frac{245}{r} \sqrt{P \cdot \eta \cdot G \cdot F(h) \cdot F(\Delta \cdot \varphi)} \cdot A \quad \dots\dots\dots (A.1)$$

近似公式：

$$E = \frac{300}{r} \sqrt{P \cdot G} \cdot A \quad \dots\dots\dots (A.2)$$

其中 $A = 1.41 \frac{2 + 0.3X}{2 + X + 0.6X^2} \quad \dots\dots\dots (A.3)$

$$X = \frac{\pi d}{\lambda} \cdot \frac{\sqrt{(\varepsilon - 1)^2 + (60\lambda\sigma)^2}}{\varepsilon^2 + (60\lambda\sigma)^2} \quad \dots\dots\dots (A.4)$$

式中：

r——被测位置与发射天线中心的距离；

P——发射机标称功率；

——天线效率；

G——相对于基本振子（点源天线 G=1）的天线增益；

F(h) ——发射天线高度因子，F(h) = 1 ~ 1.43；

F(Δ·φ)——发射天线垂直（仰角）、水平面（方位角 φ）方向性函数；

A——地面衰减因子；

X——数量距离；

——波长；

——大地的介电常数；

——大地的导电率。

(A. 2)近似公式是： 1、 $F(h)$ 1.2、 $F(\Delta \cdot \varphi) = 1$ 得出的，即舒来依金 - 范德波尔公式。

A. 1. 2 短波（水平极化波）

短波（水平极化波）场强计算公式同（A. 2）、（A. 3），但水平极化波的 X 按（A. 5）计算。

公式中的符号意义同前。

$$X = \frac{\pi d}{\lambda} \cdot \frac{1}{\sqrt{(\varepsilon - 1)^2 + (60\lambda\sigma)^2}} \dots\dots\dots(A. 5)$$

A. 1. 3 超短波（电视、调频）

$$E = \frac{444\sqrt{P \cdot G}}{r} F(\theta) \dots\dots\dots(A. 6)$$

式中：

P——发射机标称功率；

G——相对于半波偶极子 ($G_{0.5} = 1.64$) 天线增益；

r——测量位置与天线中心的距离；

F() ——天线垂直面方向性函数（视天线形式和层数而异）。

A. 1. 4 微波

在距天线距离大于 $2D^2/\lambda$ （其中 D 为辐射体天线的最大孔径尺寸， λ 为相应频率的波长）的远场区，天线向外辐射的功率密度值 S 由下式计算：

$$S = \frac{P \cdot G \cdot F(\phi, \theta)}{4\pi r^2} \dots\dots\dots(A. 7)$$

式中：

P——天线的发射功率；

G——天线增益；

F(ϕ, θ)——天线的方向性函数， ϕ 、 θ 是极坐标的仰角和水平角度；

r——测量点距天线的距离。

式(A. 7)是自由空间传输公式，如果考虑到反射系数，则(A. 7)式还需乘上一个系数 γ ，在 100% 反射情况下，(例如在一个全平面的良导体上反射)电场强度 E 的值可以加倍，而功率密度可以加 4 倍，因此 γ 的取值可以是 1~4，一般为 2.56。

所以有：

$$S = \gamma \frac{P \cdot G \cdot F(\phi, \theta)}{4\pi r^2} \dots\dots\dots(A. 8)$$

如果给定离开天线的距离、发射功率和天线的增益函数，则可以计算出远区场任何一点无阻挡地区的功率密度。

A. 2 近场区场强估算

对于近场区场强，很难用理论公式计算，最直接的方法是测量，以下仅是对近场区场强的估算。

a) 蜂窝基站线性天线近场区场强估算

对于蜂窝基站的线性天线，其近场区功率密度可以用一个圆柱体模型来描述，在此模型中，能量假设都均匀分布于一个和天线等高的圆柱体表面，则功率密度为：

$$S = \frac{8.08}{r} \left[\frac{P}{160} \right] \dots\dots\dots (A. 9)$$

式中：

P ——天线的输入功率；

r ——场点距天线的距离。

b) 口面天线近场区场强估算

$$S_{\max} = 4P_T/A \dots\dots\dots (A. 10)$$

式中：

S_{\max} ——近场区场强最大值；

$4P_T$ ——馈入天线的净功率；

A ——天线的实际几何面积。

上式中给出的预测值具有 $< \pm 3\text{dB}$ 的精度。

A.3 扫描天线功率密度的修正

对于处于运动中的扫描天线，功率密度可由下式估算：

$$S_m = k_s S \dots\dots\dots (A. 11)$$

式中：

S_m ——运动中天线的功率密度；

k_s ——天线旋转衰减因子；

S ——固定天线的功率密度。

远场区天线旋转衰减因子为：

$$k_s = [3\text{dB(半功率)波束宽度}]/\text{扫描角度} \dots\dots\dots (A. 12)$$

近场区天线旋转衰减因子为：

$$k_s = L/d \dots\dots\dots (A. 13)$$

式中：

L ——扫描平面内天线尺寸；

d ——给定距离上天线扫描扇区的圆周，如图 A.1。

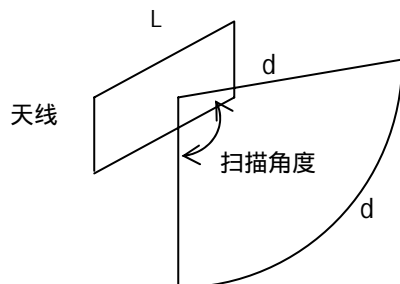


图 A.1 近区场的旋转衰减因子

A.4 复合场强

复合场强为两个或两个以上频率的电磁波复合在一起的场强，其值为各单个频率场强平方和的根值，可以用下式表示：

$$E = \sqrt{E_1^2 + E_2^2 + \dots + E_n^2} \dots\dots\dots(A.14)$$

式中：

E ——复合场强；

E_1 、 E_2 …… E_n ——单个频率的场强值。

A.5 计量单位的换算

电场强度与功率密度在远区场中的换算公式为：

$$S = \frac{E^2}{377} \dots\dots\dots(A.15)$$

式中：

S ——功率密度；

E ——电场强度。

磁场强度与功率密度在远区场中的换算公式为：

$$S = H^2 \times 377 \dots\dots\dots(A.16)$$

式中：

S ——功率密度；

H ——磁场强度。

A.6 三方向测量取和公式

$$E = \sqrt{E_x^2 + E_y^2 + E_z^2} \dots\dots\dots(A.17)$$

式中：

E ——场强值；

E_x ——X 方向的场强值；

E_y ——Y 方向的场强值；

E_z ——Z 方向的场强值；