

团体标准

T/GDJD 001-2025
代替 T/GDJD 001-2023

家用电器电磁场安全要求

Safety requirements for electromagnetic fields in household appliances

2025-11-28 发布

2025-12-08 实施

广东省家用电器行业协会 发布

目 录

| | |
|---|-----|
| 前言 | III |
| 1 范围 | 1 |
| 2 规范性引用文件 | 1 |
| 3 术语和定义 | 2 |
| 4 测量方法的选择 | 3 |
| 5 测量方法 | 4 |
| 5.1 电场 | 4 |
| 5.2 频率范围 | 4 |
| 5.3 测量距离、位置和运行模式 | 5 |
| 5.4 磁场传感器 | 5 |
| 5.5 磁场的测量程序 | 5 |
| 5.6 测量不确定度 | 8 |
| 5.7 测试报告 | 8 |
| 6 测量结果评估 | 8 |
| 附录 A（规范性） 测量磁感应强度的运行条件 | 9 |
| A.1 总则 | 9 |
| A.2 特殊器具的测量距离、传感器位置和运行条件 | 9 |
| A.3 电磁灶和电磁烤盘的测试条件 | 14 |
| 附录 B（资料性） 曝露限值 | 15 |
| B.1 ICNIRP 导则中的曝露限值见表 B.1 和表 B.2。 | 15 |
| B.2 IEEE 标准中的曝露限值 | 15 |
| 附录 C（规范性） 耦合因子的确定 | 17 |
| 参考文献 | 22 |
| 图 1 开始于参考值评估的测试方法选择建议的流程图 | 4 |
| 图 2 转移函数 | 5 |
| 图 3 参考方法的示意图 | 6 |
| 图 A.1 测量位置：上方/前方 | 13 |
| 图 A.2 测量位置：周围 | 13 |
| 图 A.3 电磁灶及电磁烤盘的测量距离 | 14 |
| 图 C.1 高场强区 | 17 |
| 图 C.2 磁感应强度的梯度和积分 G | 18 |
| 图 C.3 等效线圈位置 | 18 |
| 图 C.4 磁感应强度和线圈的梯度 | 19 |
| 图 C.5 当人体全身电导率 $\sigma = 0.1 \text{ S/m}$, $A_{\text{SENSOR}} = 100 \text{ cm}^2$ 时的耦合因子 $a_c(\mathbf{r})$ （用 ICNIRP 导则中的限值重新调整） | 20 |
| 表 A.1 测量距离、传感器位置、运行条件和耦合因子 | 10 |

T/GDJD 001-2025

| | |
|---|----|
| 表 B.1 电场、磁场和电磁场的基本限制 (0 Hz ~ 300 GHz) | 15 |
| 表 B.2 电场、磁场和电磁场的参考值 (0 Hz ~ 300 GHz, 未受干扰的 r.m.s.值) | 15 |
| 表 B.3 对于一般公众暴露于频率不超过 3kHz 的电磁场,适用于人体各种部位的基本限制..... | 16 |
| 表 B.4 对于一般公众暴露的磁场限值: 头部和躯干的暴露..... | 16 |
| 表 C.1 不同线圈 G 的值..... | 19 |
| 表 C.2 全身人体系数 k 在 50 Hz 上的值..... | 20 |

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件的附录 A 和附录 C 是规范性附录，附录 B 是资料性附录。

本文件由广东省家用电器行业协会提出并归口。

本文件主要起草单位：深圳海关工业品检测技术中心、美的集团股份有限公司、广东省家用电器行业协会。

本文件参与起草单位：香港机电工程署、中国检验认证集团澳门有限公司、深圳市三利达电器科技有限公司、广东新宝电器股份有限公司、广东伊莱特电器有限公司、中山荣星电器燃具有限公司、佛山优德美电器有限公司、东莞捷璞电子科技有限公司、佛山市顺德区美的电热电器制造有限公司、中国检验（香港）有限公司、鉴衡巍德谊（广东）检测认证有限公司。

本文件主要起草人：周毅、黄丹、何灿、施宗德、徐蓓蓓、杨彬、李闯、顾凯明、于晋、王凯、肖文彪、林伟汉、郑邵海、杨丕达、肖名灿、钱峰、秦健、许诺、谢思宇、陈思婕、廖中原、黄新仪、廖朝晖、刘佳铭、万景峰、唐亮、何锦辉、梁惠和、朱广、陈林、冯胜刚、丁孝宇。

家用电器电磁场安全要求

1 范围

本文件规定了家用和类似用途器具周围电场强度和磁感应强度的评估方法，包括运行条件以及测量距离与位置，涉及的电磁场不超过300 GHz。

器具里可装有电动机、电热元件或二者兼有，可包含电气或电子线路。它可由市电、电池或其他电源供电。

器具包括家用电器、电动工具和电玩具。

不打算在一般家庭使用但可由公众接触或可由非专业人士使用的器具属于本文件范围。

本文件不适用于：

- 专门设计用于重工业的器具；
- 打算固定安装在建筑物上的电气装置部件（例如保险丝、断路器、电缆和开关）；
- 广播和电视接收机、音视频设备及电子乐器；
- 医疗电气装置；
- 个人计算机和类似设备；
- 无线电发射机；
- 设计专用于车辆的器具。

对于同时涉及本标准不同条款和/或其他标准的多功能设备，应按每个条款/标准的规定运行相关功能进行考核。

不考虑器具的非正常工作。

本文件包括下列评估人体曝露的具体要素：

- 传感器的规定；
- 测量方法的规定；
- 受试设备运行模式的规定；
- 测量距离和位置的规定。

本文件给出了10 Hz~400 kHz 频率范围的测量方法。除非 GB 4706（所有标准）另有规定，本文件范围内的器具在频率高于400 kHz和低于10 Hz 的频段上无须测试即视为符合。

注：这些方法不适合于比较不同电器的磁场。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 4343.1 家用电器、电动工具和类似器具的电磁兼容要求 第1部分：发射

GB/T 4706（所有部分）家用和类似用途电器的安全

GB/T 4706.2—2024 家用和类似用途电器的安全 第2部分：电熨斗的特殊要求（IEC60335-2-3:2015, IDT）

GB/T 4706.7—2024 家用和类似用途电器的安全 第7部分：真空吸尘器和吸水式清洁器具的特殊要求（IEC 60335-2-2:2019, IDT）

GB/T 4706.14—2024家用和类似用途电器的安全 第14部分 烤架、面包片烘烤器及类似用途便携式烹饪器具的特殊要求（IEC 60335-2-9:2019, IDT）

GB/T 4706.19—2024 家用和类似用途电器的安全 第19部分：液体加热器的特殊要求（IEC 60335-2-15:2018, IDT）

GB/T 4706.21—2024 家用和类似用途电器的安全 第21部分：微波炉，包括组合型微波炉的特殊要求（IEC 60335-2-25:2020, IDT）

T/GDJD 001-2025

GB/T 4706.22—2024 家用和类似用途电器的安全 第22部分：驻立式烤箱灶、灶台、烤箱及类似用途器具的特殊要求（IEC60335-2-6:2018, IDT）

GB/T 4706.30—2024 家用和类似用途电器的安全 第30部分：厨房机械的特殊要求（IEC 60335-2-14:2019, IDT）

GB/T 4706.56—2024 家用和类似用途电器的安全 第56部分：深油炸锅、油煎锅及类似器具的特殊要求（IEC 60335-2-13:2016, IDT）

GB/T 4706.59—2024 家用和类似用途电器的安全 第59部分：口腔卫生器具的特殊要求（IEC 60335-2-52:2017, IDT）

GB/T 4706.84—2024 家用和类似用途电器的安全 第84部分：织物蒸汽机的特殊要求（IEC 60335-2-85:2017, IDT）

IEC 61786考虑人体暴露的低频电场和磁场的测量.测量指南和指导的特殊要求（Measurement of low-frequency magnetic and electric fields with regard to exposure of human beings - Special requirements for instruments and guidance for measurements）

IEC 62311 电子和电气设备相关的电磁场人体暴露限制评估（0 Hz ~300 GHz）（Assessment of electronic and electrical equipment related to human exposure restrictions for electromagnetic fields (0 Hz to 300 GHz)）

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

基本限制 basic restriction

一种采用微机电系统（Micro-Electro-Mechanical Systems）的半导体加工工艺制作的敏感器件。基于已确认生物影响，并包含一个安全因子得出的对暴露于时变电场、磁场和电磁场的限制。
注：电流密度的基本限制用 J_{BR} 表示，内部电场强度的基本限制用 E_{BR} 表示。

3.2

耦合因子 coupling factor

$a_c(r_1)$

考虑了器具周围磁场的无规律性，并考虑了传感器的测量面积和在测量距离 r_1 处的使用者躯干或头部尺寸的因子。

3.3

傅里叶变换 Fourier transformation

从时域函数导出频域函数的数学过程

3.4

快速傅里叶变换 Fast Fourier transformation

速度优化的傅里叶变换

3.5

高场强区 hot spot

场强由于场分布非均匀性而达到最大的局部区域。

3.6

测量距离 measuring distance

r_1

器具表面与传感器表面最近点之间的最短距离（见附录A）。

3.7

测量位置 measuring positions

3.7.1

周围 around

在人所处的预期位置，传感器在器具周围以距其表面恒定的距离移动所形成的位置。

3.7.2

上方 top

传感器沿着器具上方以距其上表面恒定的距离移动所形成的位置。

3.7.3

前方 front

传感器沿着器具前方以距其前表面恒定的距离移动所形成的位置。

3.8

参考值 reference level

B_{RL}

由最不利假设情况下（例如曝露于均匀场）的基本限值推导的场强水平。

注：满足基本限制的情况下，场强水平可能会超过参考值。

3.9

响应时间 response time

将场强测量仪放入待测区域中，其达到最终测量值的规定百分比所需时间。

3.10

加权结果 weighted result

W

考虑与频率有关的参考值而得到的最终测量结果。

3.11

操作员距离 operator distance

器具表面与操作员头部或躯干最近点之间的距离。

4 测量方法的选择

对于所有器具，与其所产生的电磁场频段无关，5.5.2 中的程序适用。这是在有争议的情况下应使用的参考方法。

5.5.3 中的程序可适用于产生仅由一条基线及其谐波线而组成的线谱的器具。

对于仅在电源频率及其谐波上产生显著场的设备（如果有的话），可以使用 5.5.4 中一种简化测试方法。

完整工作周期小于 1 s 的器具按照 IEC 62311 测量脉冲场；但是应使用本标准给出的运行条件、测量距离和耦合因子。

适用步骤可以从最简单的方式到更复杂的方式逐步进行，流程图见图 1。

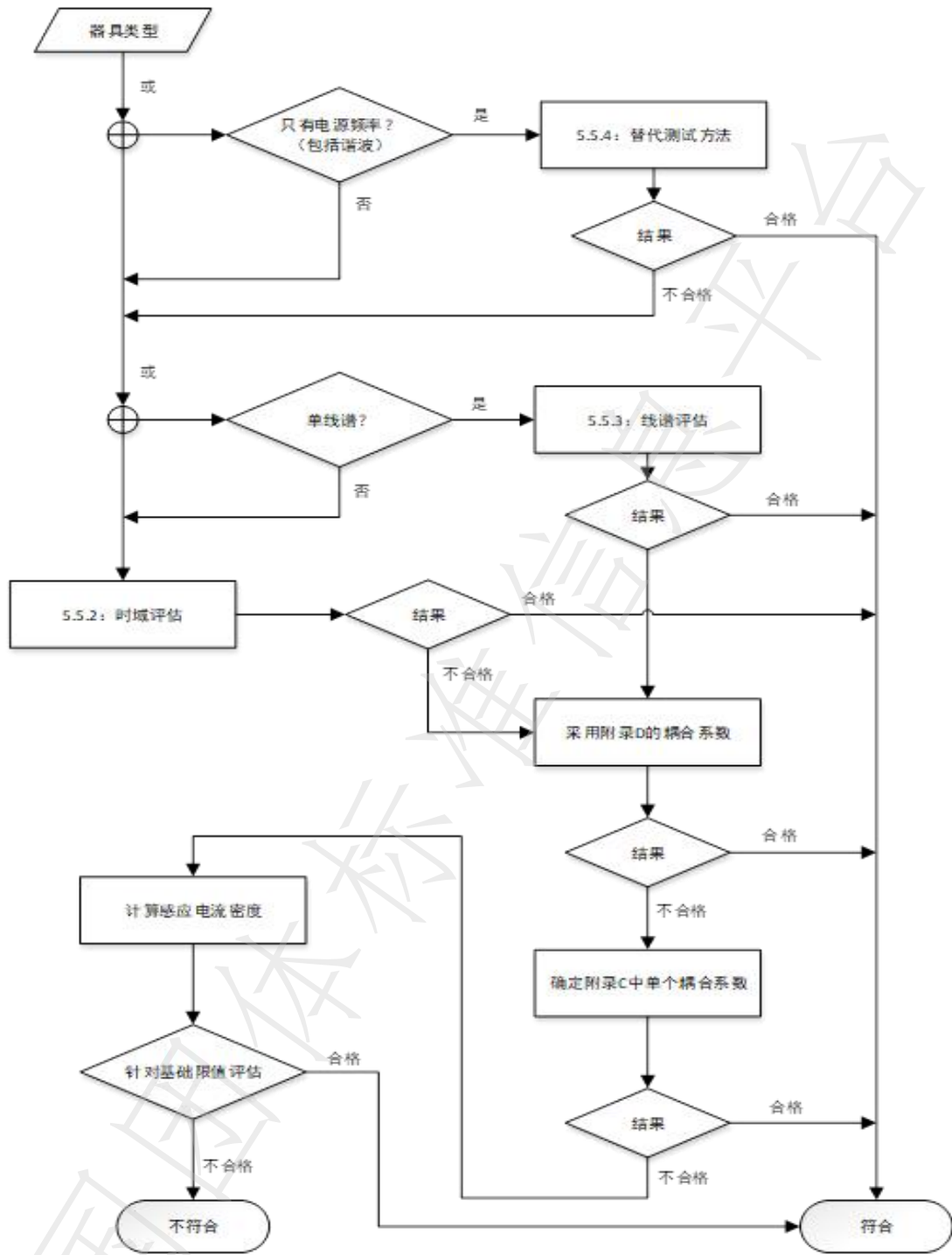


图 1 开始于参考值评估的测试方法选择建议的流程图

5 测量方法

5.1 电场

测量方法正在考虑中。

如果器具带有内部变压器或电子电路，且工作电压低于 1000 V，则无需测试即认为符合要求。

5.2 频率范围

频率范围为 10 Hz~400 kHz。

如果在一次测量中不能覆盖所有频率，则应将每个测量频率范围的加权结果进行叠加。

5.3 测量距离、位置和运行模式

测量距离、传感器位置和运行条件由附录 A 规定。
测量期间的配置和运行模式应在测试报告中注明。

5.4 磁场传感器

磁感应强度的测量值是在每一个方向上对 100 cm^2 区域内测量的平均值。

参考传感器包含 3 个互相垂直、测量面积为 $(100 \pm 5) \text{ cm}^2$ 的同心线圈，它们用来提供各向同性的敏感度。参考传感器的外直径不应超过 13 cm 。

为了按照附录 C 中的规定确定耦合因子，应使用测量面积为 $(3 \pm 0.3) \text{ cm}^2$ 的各向同性传感器。

注 1：可以使用单向传感器（非各向同性）和适当的求和方法。

注 2：磁感应强度的最终值为每个方向上测量值的矢量叠加。这确保了测量值与磁场矢量的方向无关。

5.5 磁场的测量程序

5.5.1 总则

测量信号应根据频率评估。

持续时间小于 200 ms （例如，在各类切换过程）的瞬时磁场应忽略。

如果在测量期间发生开关动作则应重新测量。

测量设备的噪声值不应超过限值的 5% 。在最大噪声值以下任何的测量值应被忽略。

背景噪声应低于限值的 5% 。

测量设备达到终值 90% 的响应时间不应超过 1 s 。

用 1 s 的平均时间确定磁感应强度。

对于 10 Hz ~ 400 kHz 的信号，如果磁场源在大于 1 s 的时间段内显示是恒定发射的，则可以使用更短的采样时间。

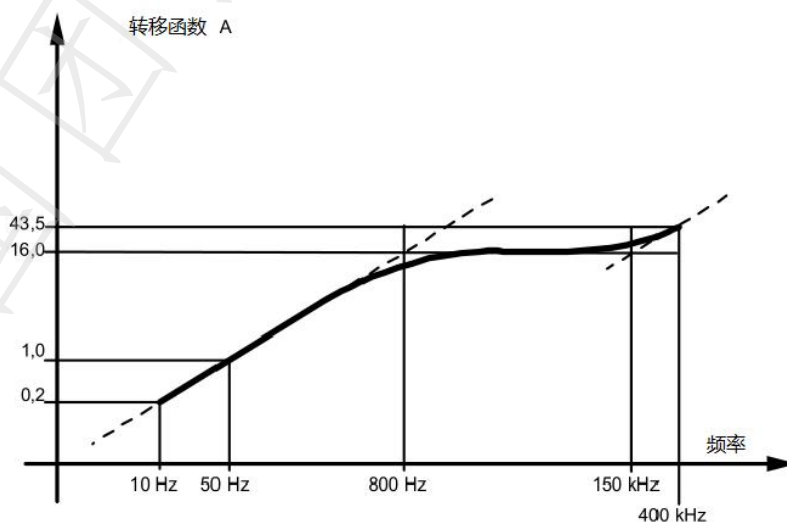
在最终测量过程中传感器应保持静止。

5.5.2 时域评估法

以下是参考方法，在有争议的情况下使用。

任何类型的型号均可以在时域上测量磁感应强度值。对于具有多个频率分量的场，通过实现转移函数 A 来考虑与参考值对应频率的相关性，该转移函数 A 为频率的函数，是参考值的倒数。

使用一阶滤波器建立转移函数 A ，转移函数特性如图 2 所示。



注：图中坐标轴均采用对数坐标。

图 2 转移函数特性示例

转移函数的一般公式如公式 (1) 所示。

$$A(f) = \frac{B_{RL}(f_{C0})}{B_{RL}(f)} \dots \dots \dots (1)$$

式中：

- $A(f)$ —转移函数；
- $B_{RL}(f_{C0})$ — f_{C0} 处磁感应强度的参考值；
- $B_{RL}(f)$ —频率 f 的磁感应强度的参考值；

转移函数的起点应为 $f_1 = 10 \text{ Hz}$ ，终点应为 $f_n = 400 \text{ Hz}$ 。

测量步骤如下：

- a) 对每个线圈信号进行单独测量；
- b) 使用转移函数对每个信号加权；
- c) 对这些加权信号进行平方；
- d) 叠加这些平方信号；
- e) 对总和进行平均；
- f) 对平均值开方获得平方根。

测量结果是磁感应强度的加权有效值。

程序如图 3 所示。

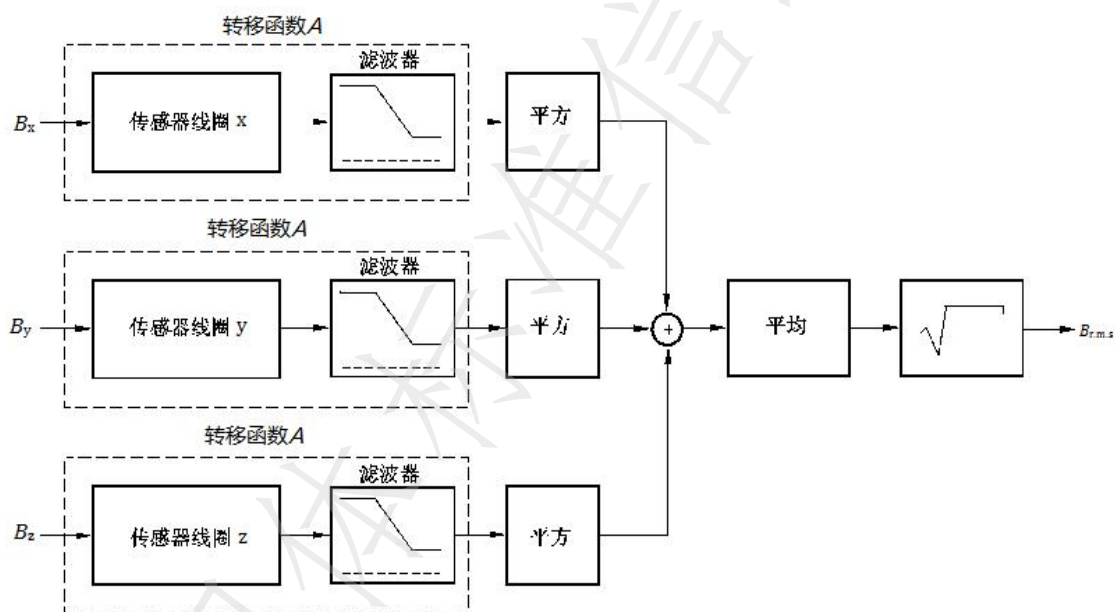


图 3 参考方法的示意图

注：时域信号可以用不同的方式应用转移函数，包括：电子电路中的模拟滤波器、预编程 DSP 芯片、信号分析仪或使用电子表格包/自定义编写程序进行计算的数字计算机。

实际测量值应直接与 50 Hz 时磁感应强度的参考值 B_{RL} 进行比较。对于具有高度局部化电磁场的器具，应在考虑附录 C 中给出的耦合因子 $a_c(r_1)$ 之后进行上述比较。最终加权结果 W 可以推导如公式 (2)：

$$W_n = \frac{B_{rms}}{B_{RL}} \dots \dots \dots (2)$$

或应用耦合因子 $a_c(r_1)$ ，见公式 (3)：

$$W_{nc} = a_c(r_1) \cdot W_n \dots \dots \dots (3)$$

式中：

- W_n ——单次测量的加权结果；
- B_{rms} ——磁感应强度的有效值；
- B_{RL} —— f_{C0} 处磁感应强度的参考值；
- $a_c(r_1)$ ——根据附录 C 得出的耦合因子；

W_{nc} ——单次测量的加权结果（考虑非均匀场的耦合后）。

得到的加权结果值 W 不应超过 1。

5.5.3 线谱评估法

当只有线谱时使用该方法，例如对于具有 50 Hz 基频和一些谐波的磁场，见第 4 章。

在每个相关频率下测量磁感应强度。这可以通过记录磁感应强度的时间信号并使用傅里叶变换评估频谱分量来实现。测量步骤如下：

- a) 对每个线圈信号(x, y, z)进行单独测量。
- b) 对信号进行积分，得到一个与 $B(t)$ 成正比的值。
- c) 对每个线圈进行离散傅里叶变换，以获得表示离散频率 $f(i) = i/T_0$ 处的有效值的估计离散幅度频谱 $B(i)$ 。(T_0 =观察时间)。
- d) 通过在离散频谱 $B(i)$ 上插值，以频率 $f(j)$ 找到 $B(j)$ 的局部最大值。
- e) 对每个离散谱线 $B(j)$ 对所有三个方向的矢量进行求和，见公式(4)：

$$B(j) = \sqrt{B_x^2(j) + B_y^2(j) + B_z^2(j)} \dots \dots \dots (4)$$

式中：

$B(j)$ ——测量频谱上第 j 个频率线上的磁感应强度；

$B_x(j)$ —— x 方向上第 j 个频率的磁感应强度；

$B_y(j)$ —— y 方向上第 j 个频率的磁感应强度；

$B_z(j)$ —— z 方向上第 j 个频率的磁感应强度。

注1：使用 $B(i)$ 代替公式(4)中的 $B(j)$ 可以替代上述算法的最后两步操作。

测量结果是每个检测到的频率的磁感应强度值。

要将测量值与限值进行比较,应使用参考值 $B_{RL}(j)$ 。对于具有高度局部化电磁场的器具,可以考虑附录C中给出的耦合因子 $a_c(r_1)$ 。对于具有多个频率点分量的电磁场，需要计算频率加权总和。

加权结果由公式(5)得出：

$$W_n = \sqrt{\sum_{i=1}^n \left(\frac{B(j)}{B_{RL}(j)} \right)^2} \dots \dots \dots (5)$$

或应用耦合因子 $a_c(r_1)$ ，见公式(6)：

$$W_{nc} = a_c(r_1) \cdot W_n \dots \dots \dots (6)$$

注2：耦合因子可以与频率无关，详情见附录C。

式中：

$B(j)$ ——测量频谱上第 j 个频率的磁感应强度；

$B_{RL}(j)$ ——第 j 个频率的磁感应强度的参考值；

$a_c(r_1)$ ——根据附录 C 得出的耦合因子；

W_n ——单次测量的加权结果；

W_{nc} ——单次测量的加权结果（考虑非均匀场的耦合后）。

得到的加权结果值 W 不应超过 1。

注 3：纯叠加总是导致在电磁环境中的曝露程度被高估。并且对于由较高频率谐波分量或噪声组成的宽带场，基于求和公式的限值非常保守，因为其幅度不在同一相位。对于大多数测量设备，不测量相对相位(例如，如果使用频谱分析仪)，但可以进行频率分量的均方根求和。这通常会得到比完全忽略相位时更真实的结果。

5.5.4 简化测试方法

只能在电源频率及其谐波下产生磁场的器具只需要在小于 2 kHz 的频率范围内测试。

当满足以下条件时，器具符合本文件的要求：

- (1) 产生磁场的电流，包括谐波电流，是已知的；
- (2) 幅度高于市电频率对应幅度的 10% 的所有谐波电流在频率范围内连续减小；
- (3) 在市电频率下测量的磁感应强度小于为市电频率指定的参考水平的 50%；
- (4) 在抑制主频的情况下，在整个频率范围内进行宽带测量时测得的磁感应强度小于为主频率指定的参考水平的 15%。

注：有源陷波滤波器是抑制电源频率的合适手段。如果条件不满足，建议根据参考方法进行测量。

当满足以下所有条件时，当主频占主导地位时仅产生非常弱磁场的设备被视为满足本标准的要求：

- (1) 产生磁场的电流，包括谐波电流，是已知的；
- (2) 幅度高于市电频率对应幅度的 10% 的所有谐波电流在频率范围内连续减小；
- (3) 在整个频率范围上，测量的磁感应强度低于为市电频率指定的参考水平的 30%。

5.6 测量不确定度

最大总体测量不确定度不应超过限值的 25%。IEC 61786 提供了评估不确定性的导则。

注 1：总体测量不确定度可包括传感器位置、运行条件、背景噪声或超出测量仪器动态范围的信号等方面。

当测量结果需与限值进行比较时，测量不确定度应按如下方式实施：

——为了确定器具是否只产生低于限值的电磁场，应将测量不确定度添加到测量结果中，并且应将总和与限值进行比较；

注 2：这适用于由制造商进行的测量。

——为了确定器具是否产生超过限值的电磁场，应从测量结果中减去测量不确定度，并且应将差值与限值进行比较。

注 3：这适用于由市场监督管理机构进行的测量。

5.7 测试报告

测试报告应至少包括以下内容：

- 器具的标识；
- 测量仪器的规格；
- 运行模式、测量位置和测量距离；
- 额定电压和频率；
- 测量方法；
- 使用耦合因子加权（如适用）的最大测量值；
- 测量不确定度（如果测量结果超过限值的 75%）。

6 测量结果评估

当满足下列要求时，测量结果被认为符合本文件：

——考虑了测量不确定度的测量值（见 5.6）不超过参考值，或

——测量值超过参考值，则可以考虑耦合因子以表明其满足基本限制。对于特定器具，可以按附录 C 中所述确定相应的耦合因子 $a_c(r_1)$ ；

——如果在使用耦合因子时该值仍超过参考值，仍不一定会超出基本限制。此时应通过例如计算的方法来验证是否满足基本限制。

注：可以采用 IEC 62226 中的计算方法。

附录 A (规范性) 测量磁感应强度的运行条件

A.1 总则

测量在表 A.1 规定的条件下进行，器具按正常使用方式放置。

A.1.1 运行条件（如果表A.1中未规定）

- 将器具设定在产生最大磁场的状态。
 - 如果可能，运行条件为 GB 4343.1 的相关规定或者空载。
- 应考虑制造商关于短时工作的说明。

预运行时间不做规定，但是在测试之前，器具应运行足够的时间，以确保其处于正常使用的典型工作条件。

器具应在额定电压、额定频率以及正常使用条件下工作，供电电源的电压、频率偏差不超过器具额定值的 $\pm 2\%$ 。

如果规定了器具的电压范围和/或频率范围，则按照器具使用时所在国家或地区的标称电压和/或频率进行测量。

应将器具的控制器调节到最大进行测量。预调控制器应调节到预期位置。器具通电后开始进行测量。

在 $(25 \pm 10)^\circ\text{C}$ 的环境温度下进行试验。

A.1.2 测量距离（如果表A.1中未规定）

- 与人体相关部位直接接触使用的器具：0 cm。
- 其他器具：30 cm。

A.1.3 传感器位置（如果表A.1中未规定）

- 使用中与人体相关部位直接接触的器具：朝向使用者（接触侧）。
- 不能移动的大型器具：前方的操作表面及人体可触及的其他表面（见图 A.1）。
- 其他器具：周围（见图 A.2）。

A.2 特殊器具的测量距离、传感器位置和运行条件

A.2.1 多功能设备

多功能设备应同时经受本文件不同条款的考核，如果不改变设备内部就可以实现每一个功能，则应对每个功能分别进行测量。

如果不能将设备的每一功能分开进行试验或者某一特定功能的分离将导致设备无法执行主要功能，则设备应在运行所需的最少功能下运行。

A.2.2 电池供电设备

如果设备能连接到电网，则应在每个允许的运行模式下进行测量。用电池供电的设备应在开始测试前将电池充满电。

A.2.3 测量距离和传感器位置

注：表 A.1 中的测量距离是根据使用者在正常使用期间的预期位置确定的，其目的是保护人体头部和躯干的中枢神经系统组织免受影响。

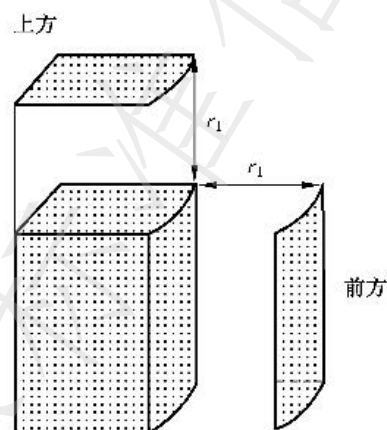
表 A.1 测量距离、传感器位置、运行条件和耦合因子

| 器具类型 | 测量距离 r_1 cm | 传感器位置 | 运行条件 | 耦合因子 $a_c(r_1)$ $\sigma=0.1$ S/m 8 Hz ~ 800 Hz ^a |
|--------------------------------|---------------------|--------------|---|---|
| 空气净化器 | 30 | 所有表面 | 连续运行 | 0.17 |
| 新风净化器 | 30 | 周围 | 连续运行 | 0.18 |
| 空调 | 30 | 周围 | 连续运行 制冷模式：设置在最低温度 制热模式：设置在最高温度 | 0.18 |
| 热泵 | 30 | 周围 | 连续运行 制冷模式：设置在最低温度 制热模式：设置在最高温度 | 0.17 |
| 气体加热装置 (壁挂式) | 30 | 前方、左边 和右边 | 连续运行，泵运行时的最高温度设置 | 0.16 |
| 气体加热装置 (落地式) | 30 | 前方、左边 和右边 | 连续运行，泵运行时的最高温度设置 | 0.20 |
| 对流式加热器 | 30 | 周围 | 最大输出功率 | 0.20 |
| 暖风机 | 30 | 前方 | 连续运行，最高温度设置 | 0.16 |
| 电热油汀 | 30 | 周围 | 连续运行，最高温度设置 | 0.20 |
| 取暖桌 | 30 | 所有表面 | 连续运行，最高温度设置 | 0.20 |
| 暖脚器 | 30 | 上方 | 空载连续运行，最高温度设置 | 0.15 |
| 电热毯 | 0 | 上方 | 展开并铺在隔热板上 | 0.19 |
| 电热垫 (Mats) | 30 | 上方 | 展开并铺在隔热板上 | 0.15 |
| 电热片 (Pads) | 0 | 上方 | 展开并铺在隔热板上 | 0.14 |
| 搅拌机 (Blenders) | 30 | 周围 | 空载连续运行 | 0.16 |
| 搅拌器 (Mixers) | 30 | 所有表面 | 空载连续运行，最高速度设置 | 0.16 |
| (柑橘) 榨汁机 | 30 | 周围 | 空载连续运行 | 0.15 |
| 榨汁机 | 30 | 周围 | 空载连续运行 | 0.17 |
| 食物加工机 (如 厨师机、和面机、 榨油机) | 30 | 周围 | 空载连续运行，最高速度设置 | 0.17 |
| 饮料制作机 (含 茶吧机、饮水机、 气泡水机等) | 30 | 周围 | 空载连续运行 | 0.15 |
| 电动刀 | 30 | 所有表面 | 空载连续运行 | 0.16 |
| 切菜机 | 30 | 周围 | 空载连续运行，最高速度设置 | 0.17 |
| 切片机 | 30 | 周围 | 空载连续运行，最高速度设置 | 0.17 |
| 制冰淇淋机 | 30 | 周围 | 空载连续运行，最低温度设置 | 0.18 |
| 制冰机 | 30 | 周围 | 空载连续运行，最低温度设置 | 0.18 |
| 冰砂机 | 30 | 周围 | 空载连续运行，最低温度设置 | 0.18 |
| 咖啡豆研磨机 | 30 | 所有表面 | 按 GB/T 4706.30-2024 的 3.1.9.108 规定 | 0.15 |
| 洗碗机 | 30 | 上方，前方 | 在洗涤模式和烘干模式下且不带碗 | 0.18 |
| 消毒柜 | 30 | 上方，前方 | 在消毒模式下且不带碗 | 0.18 |
| 微波炉 | 30 | 周围 | 最大微波功率设置下连续运行。常规加热元件 (如果可用) 在其最高设置下同时运行。负载是 1 升自来水，放在架子中央。装水的容器应由玻璃或塑料等不导电材料制成。 | 0.17 |

| 器具类型 | 测量距离 r_1 cm | 传感器位置 | 运行条件 | 耦合因子 $a_c(r_1)$ $\sigma=0.1$ S/m 8 Hz ~ 800 Hz ^a |
|-------------------------------|---------------------|---------|--|---|
| 光波炉 | 30 | 周围 | 最大光波功率设置下连续运行。常规加热元件（如果可用）在其最高设置下同时运行。负载是 1 升自来水，放在架子中央。 | 0.17 |
| 电烤箱 | 30 | 上方，前方 | 烤箱空载并关门，恒温器处于最高设置。清洁模式（如果可用）下进行类似设置。 | 0.20 |
| 空气炸锅 | 30 | 上方，前方 | 空载并关门，恒温器处于最高设置。 | 0.20 |
| 深油炸锅 | 30 | 上方，前方 | 按 GB/T 4706.56-2024 的 3.1.9 规定 | 0.20 |
| 食物保温器 | 30 | 前方 | 空载连续运行,最高速度设置 | 0.15 |
| 烧烤架 | 30 | 周围 | 空载连续运行,最高温度设置 | 0.16 |
| 电灶 | 30 | 上方和前方 | 按 GB/T 4706.22-2024 的 3.1.9 规定。在最大功率下使每个加热单元单独运行 | 0.18 |
| 电烤盘 | 30 | 周围 | 按 GB/T 4706.14-2024 的 3.1.9 规定。在最大功率下使每个加热单元单独运行 | 0.17 |
| 电磁灶及电磁烤盘 | 见 A.3.1 | 见 A.3.1 | 见 A.3.2 | / |
| 烤面包机 | 30 | 周围 | 空载，最高加热设置 | 0.16 |
| 面包机 | 30 | 周围 | 空载，最高温度和速度设置 | 0.16 |
| 电灶具 | 30 | 上方，前方 | 单独运行每个功能 | 0.20 |
| 吸油烟机 | 30 | 底部.前方 | 控制器设置到最高 | 0.19 |
| 厨房秤 | 30 | 周围 | 空载连续运行 | 0.14 |
| 人体健康秤 | 0 | 周围 | 空载连续运行 | 0.14 |
| 监控摄像头 | 30 | 周围 | 连续运行 | 0.15 |
| 时钟 | 30 | 周围 | 连续运行 | 0.15 |
| 口腔卫生器械 | 0 | 周围 | 按 GB/T 4706.59-2024 的 3.1.9 规定 | 0.19 |
| 剃须刀 | 0 | 紧贴刀头 | 空载连续运行 | 0.30 |
| 脱毛机 | 0 | 紧贴刀头 | 空载连续运行 | 0.30 |
| 面部桑拿器 | 10 | 上方 | 连续运行 | 0.12 |
| 理发剪 | 0 | 紧贴刀头 | 空载连续运行 | 0.30 |
| 脱毛器 | 0 | 紧贴刀头 | 空载连续运行 | 0.30 |
| 卷发器 | 0 | 紧贴刀头 | 空载连续运行 | 0.30 |
| 电吹风 | 10 | 所有表面 | 连续运行，最高温度设置 | 0.12 |
| 按摩器具（含按摩椅、电动沙发、电动椅、智能马桶、足浴盆等） | 0 | 紧贴按摩头 | 空载连续运行，最高速度设置 | 0.21 |
| 电风扇（台式） | 30 | 前方 | 连续运行 | 0.16 |
| 电风扇（吊式） | 30 | 下方 | 连续运行 | 0.16 |
| 电风扇（手持） | 10 | 所有表面 | 连续运行 | 0.12 |
| 气体点火器 | 30 | 所有表面 | 连续运行 | 0.15 |
| 制冷器具 | 30 | 上方.前方 | 关门连续运行。温控器设置到最低温度。箱内空载。所有间室处于制冷状态，达到稳定状态后进行测量。 | 0.18 |
| 浸入式加热器 | 30 | 周围 | 加热元件完全浸没 | 0.16 |

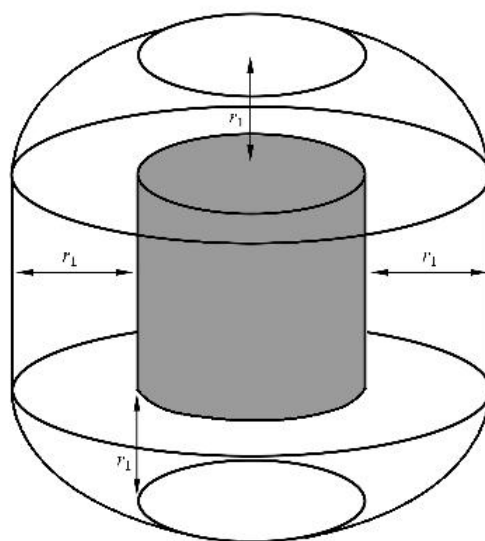
| 器具类型 | 测量距离 r_1 cm | 传感器位置 | 运行条件 | 耦合因子 $a_c(r_1)$ $\sigma = 0.1 \text{ S/m}$ 8 Hz ~ 800 Hz ^a |
|--------------------------|---------------------|--------------------------|--------------------------------|---|
| 电熨斗 | 30 | 所有表面 | 按 GB/T 4706.2-2024 的 3.1.9 规定 | 0.15 |
| 熨烫机 | 30 | 所有表面 | 按 GB/T 4706.2-2024 的 3.1.9 规定 | 0.19 |
| 挂烫机 | 30 | 所有表面 | 按 GB/T 4706.84-2024 的 3.1.9 规定 | 0.19 |
| 电水壶 | 30 | 周围 | 加入一半额定容量的水 | 0.17 |
| 电饭锅 | 30 | 周围 | 加入一半额定容量的水, 无盖, 最高温度设置 | 0.16 |
| 电炖锅 | 30 | 周围 | 加入一半额定容量的水, 无盖, 最高温度设置 | 0.16 |
| 电火锅 | 30 | 周围 | 加入一半额定容量的水, 无盖, 最高温度设置 | 0.16 |
| 电陶炉 | 30 | 周围 | 加入一半额定容量的水, 无盖, 最高温度设置 | 0.16 |
| 煮茶器 | 30 | 周围 | 空载连续运行 | 0.16 |
| 咖啡壶 | 30 | 周围 | 按 GB/T 4706.19-2024 的 3.1.9 规定 | 0.16 |
| 蒸汽烤箱 | 30 | 周围 | 加入一半额定容量的水 | 0.17 |
| 电蒸笼 | 30 | 周围 | 加入一半额定容量的水 | 0.17 |
| 煮蛋器 | 30 | 周围 | 加入一半额定容量的水 | 0.17 |
| 饮水机 | 30 | 周围 | 空载连续运行 | 0.16 |
| 厨余垃圾处理器 | 30 | 周围 | 空载连续运行, 最高速度设置 | 0.17 |
| 电池充电器 (包括感应式) | 30 | 所有表面 | 对制造商规定的最大容量的空电池充电 | 0.15 |
| 轨道设备的电气 和电子控制装置 | 30 | 所有表面 | 连续运行 | 0.17 |
| 地板抛光机 | 30 | 所有表面 | 抛光刷不带任何机械负载连续运行 | 0.19 |
| 日光浴室 —身体接触部分 —其他部分 | 内部 0 外部 30 | 周围 周围 | 连续运行, 最高设置 连续运行, 最高设置 | 0.18 0.20 |
| 贮热式加热器 | 30 | 周围 | 连续运行, 最高加热设置 | 0.20 |
| 水床加热器 | 10 | 上方 | 展开并铺在隔热板上 | 0.14 |
| 热水器 | 30 | 周围 | 控制器设置到最高, 如必要可让水流出 | 0.17 |
| 涡流浴缸 —内部 —外部 | 0 30 | 周围 周围 | 连续运行 连续运行 | 0.18 0.20 |
| 手持式电动工具 | 30 | 周围, 除非 有一侧总是 对着使用者 | 空载运行, 所有设置取最大值 | 0.15 |
| 手动式电动工具 | 30 | 周围, 除非 有一侧总是 对着使用者 | 空载运行, 所有设置取最大值 | 0.15 |
| 可移式电动工具 | 30 | 对着使用者 上方和前方 | 空载运行, 所有设置取最大值 | 0.16 |
| 带加热单元的自 动工具 | 30 | 周围, 除非 有一侧总是 对着使用者 | 最高温度设置。胶枪应带胶棒运行 | 0.15 |

| 器具类型 | 测量距离 r_1 cm | 传感器位置 | 运行条件 | 耦合因子 $a_c(r_1)$ $\sigma=0.1$ S/m 8 Hz ~ 800 Hz ^a |
|----------------------------|---------------------|--------|--|---|
| 吸尘器, 手持式 | 30 | 所有表面 | 按 GB/T 4706.7-2024 的 3.1.9 规定 | 0.16 |
| 吸尘器, 背带式 | 0 | 所有表面 | 按 GB/T 4706.7-2024 的 3.1.9 规定 | 0.13 |
| 吸尘器, 其他(含洗地机、扫地机器人、擦窗机器人等) | 30 | 周围 | 按 GB/T 4706.7-2024 的 3.1.9 规定 | 0.16 |
| 离心式脱水机 | 30 | 上方, 前方 | 空载连续运行 | 0.18 |
| 滚筒式干衣机 | 30 | 上方, 前方 | 滚筒内装有纺织材料, 在干燥条件下其质量为最大负载的 50%。纺织材料由预洗的双卷边棉片组成, 尺寸约 70 cm x 70 cm, 在干燥条件下质量在 140 g/m ² 和 170 g/m ² 之间。将材料浸泡在质量为纺织材料 60% 的水中。 | 0.18 |
| 洗衣机和洗衣烘干机 | 30 | 上方, 前方 | 不带织物, 设置在最高速度的旋转模式下 | 0.18 |



说明: 在器具上方/前方, 以 r_1 的距离移动传感器。

图 A.1 测量位置: 上方/前方



说明：在器具所有能被人可达的表面，以 r_1 的垂直距离移动传感器。

图 A.2 测量位置：周围

A.3 电磁灶和电磁烤盘的测试条件

A.3.1 测量距离

对于每个烹饪区，从器具边缘到传感器表面以 30 cm 距离沿着 4 条垂直线（A、B、C、D）进行测量（见图 A.3）。在烹饪区上方 1 m 以下和下方 0.5 m 以上进行测量。如果使用器具靠墙放置，则器具后方位置（线 D）不进行测量。

A.3.2 运行模式

将加入大约一半容量的水的搪瓷钢烹饪容器放置在待测量的烹饪区的中央。

应采用说明书中推荐的最小容器。如果没有给出推荐尺寸，则采用能遮挡标记烹饪区域的最小标准容器。标准容器的标称底部直径为：110 mm、145 mm、180 mm、210 mm 和 300mm。

感应加热单元轮流运行，其他烹饪区不被遮挡。

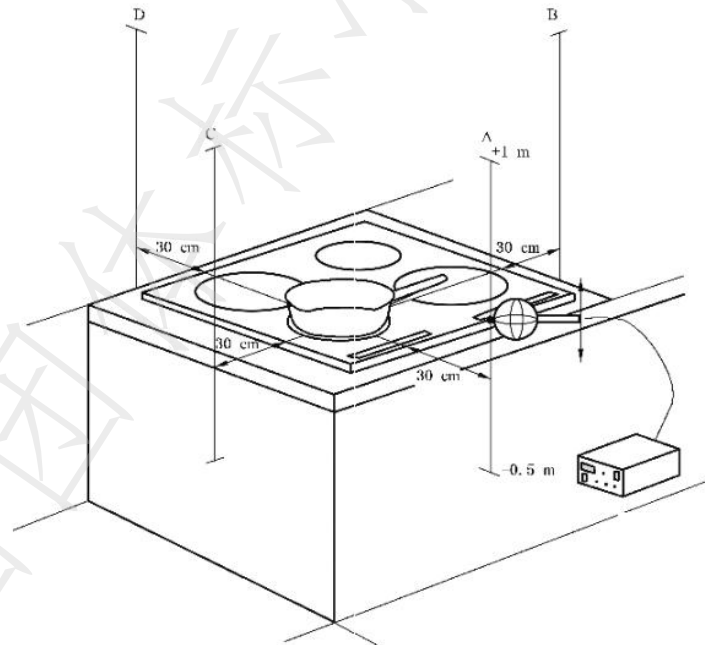
能量控制器应设置到最大。

在器具达到稳定状态后进行测量。

注：当水开始沸腾之后且主电源上的磁场或电源稳定时，达到稳定的操作条件。

如果不能达到稳定状态，应定义一个适当的观察时间（例如 30 s）以确保在变化的场源下获得最大值。

注：由于在感应加热单元之间共享功率，则当每个加热单元单独工作时能获得最大且连续的磁场。



说明：线 A、B、C 和 D 表示测量位置。

该图表示带 4 个烹饪区域的电灶的左前方感应加热单元处于工作状态。

图 A.3 电磁灶及电磁烤盘的测量距离

附 录 B
(资料性)
曝露限值

B.1 ICNIRP导则中的曝露限值见表B.1和表B.2。

表 B.1 电场、磁场和电磁场的基本限制 (0 Hz ~ 300GHz)

| 频率范围 | 磁感应强度 mT | 电流密度 mA/m ² r.m.s. | 人体全身的平均比吸收率 W/kg | 局部(头和躯干)比吸收率 W/kg | 局部(四肢)比吸收率 W/kg | 功率密度 S W/m ² | | | |
|-----------------|-------------|-------------------------------------|---------------------|----------------------|--------------------|-------------------------------|------|---|---|
| 0 Hz | 40 | 8 | | | | | | | |
| >0 Hz~1 Hz | | | | | | | | | |
| 1 Hz~ 4 Hz | | | | | | | | | |
| 4 Hz~1000 Hz | | | | | | | | | |
| 1 kHz ~ 100 kHz | | | | | | | | | |
| 100 kHz ~10 MHz | | | | | | | 0.08 | 2 | 4 |
| 10 MHz ~10 GHz | | | | | | | 0.08 | 2 | 4 |
| 10 GHz ~300 GHz | | | | | | | | | |

*f*为频率，单位为 Hz。

表 B.2 电场、磁场和电磁场的参考值 (0 Hz ~ 300GHz, 未受干扰的 r.m.s.值)

| 频率范围 | 电场强度 V/m | 磁场强度 A/m | 磁感应强度 μ T | 等效平面波功率密度 S_{eq} W/m ² |
|---------------------|-----------------|-------------------------|-----------------------|--|
| 0Hz ~1 Hz | - | 3.2×10^4 | 4×10^4 | - |
| 1 Hz ~ 8 Hz | 10000 | $3.2 \times 10^4 / f^2$ | $4 \times 10^4 / f^2$ | - |
| 8 Hz ~ 25 Hz | 10000 | $4000 / f$ | $5000 / f$ | - |
| 0.025 kHz ~ 0.8 kHz | $250 / f$ | $4 / f$ | $5 / f$ | - |
| 0.8 kHz ~ 3 kHz | $250 / f$ | 5 | 6.25 | - |
| 3 kHz ~ 150 kHz | 87 | 5 | 6.25 | - |
| 0.15 MHz ~ 1MHz | 87 | $0.73 / f$ | $0.92 / f$ | - |
| 1 MHz ~ 10 MHz | $87 / f^{1/2}$ | $0.73 / f$ | $0.92 / f$ | - |
| 10 MHz ~ 400 MHz | 28 | 0.073 | 0.092 | 2 |
| 400 MHz ~ 2000 MHz | $1.375 f^{1/2}$ | $0.0037 f^{1/2}$ | $0.0046 f^{1/2}$ | $f/200$ |
| 2 GHz ~ 300 GHz | 61 | 0.16 | 0.20 | 10 |

*f*为频率，单位为 Hz。

注：这些限值不适用于保护工人免受电磁场的影响。

B.2 IEEE标准中的曝露限值

在 IEEE 标准中的暴露限值见表 B.3 和 B.4。

表 B.3 对于一般公众暴露于频率不超过 3kHz 的电磁场,适用于人体各种部位的基本限制

| 暴露的人体组织 | f_e Hz | E_0 V/m (有效值) |
|-----------|-------------|-----------------------|
| 大脑 | 20 | 5.89×10^{-3} |
| 心脏 | 167 | 0.943 |
| 手,手腕,脚和脚踝 | 3350 | 2.10 |
| 其他人体组织 | 3350 | 0.701 |

表格解释如下:
 当 $f \leq f_e$ 时, $E_i = E_0$; 当 $f \geq f_e$ 时, $E_i = E_0(f/f_e)$
 除了列出的限值外,头部和躯干暴露于频率 10Hz 以下的磁场应限制为在一般公众环境的峰值 167 mT 和在受控环境中的 500 mT。

表 B.4 对于一般公众暴露的磁场限值: 头部和躯干的暴露

| 频率范围 Hz | B mT (有效值) | H A/m (有效值) |
|--------------|-----------------|----------------------|
| <0.153 | 118 | 9.39×10^4 |
| 0.153~20 | $18.1/f$ | $1.44 \times 10^4/f$ |
| 20~759 | 0.904 | 719 |
| 759~3000 | $687/f$ | $5.47 \times 10^5/f$ |
| 3000~100 kHz | -- | 164 |

本表包含了 3kHz 以上频率范围的限值, 与 IEEE 标准 (IEEE, 1991) 3kHz 以上频率范围保持一致。

附录 C
(规范性)
耦合因子的确定

C.1 通过计算确定耦合因子

附录 B 中给出的参考值 B_{RL} 是针对均匀场确定的。在本文件范围内，器具周围磁场的强不均匀性需要考虑耦合因子 $a_c(r_1)$ ，同时也考虑了在电磁场内人体的局部尺寸。

该程序仅适用于集中的磁场源。从高场强区 B_{max} 到 $0.1B_{max}$ 的电磁场分布应是连续的。

与参考值 B_{RL} 相比较，校正后的测量值 $B_{mc}(r_1)$ 由测量值 B_m 得出，见公式(C.1)：

$$B_{mc}(r_1) = a_c(r_1)B_m \text{ 与 } W_{nc} = a_c(r_1) \cdot W_n \dots \dots \dots (C.1)$$

式中：

$B_{mc}(r_1)$ —— r_1 处磁感应强度的校正后的测量值；

$a_c(r_1)$ ——根据本附录中的耦合因子；

B_m ——磁感应强度的测量值；

W_{nc} ——单次测量的加权结果（考虑非均匀场的耦合后）；

W_n ——单次测量的加权结果。

基于基础工作频率，耦合因子 $a_c(r_1)$ 由以下 4 步确定。

a) 步骤 1：高场强区延伸范围的评估

磁感应强度 $B(r_0)$ 沿着以高场强区 $r_0=0$ cm 为起点的最低梯度线的表面切向测量。测量在 $r_0=X$ 处停止，见公式(C.2)，其中磁感应强度降低到高场强区最大值的 10%，如图 C.1 和 C.2 所示。测量点之间的距离为 0.5 cm~1 cm。

注 1:耦合因子可采用窄带评估,例如在工作频率范围内评估。

注 2:宜使用小型传感器,例如,采用 5.4 规定的传感器,其测量面积为 3 cm²。

$$\frac{B(r_0=X)}{B(r_0=0)} = 0.1 \dots \dots \dots (C.2)$$

式中：

$B(r_0 = X)$ ——距离高场强区起点 X 处的磁感应强度；

$B(r_0 = 0)$ ——高场强区起点的磁感应强度。

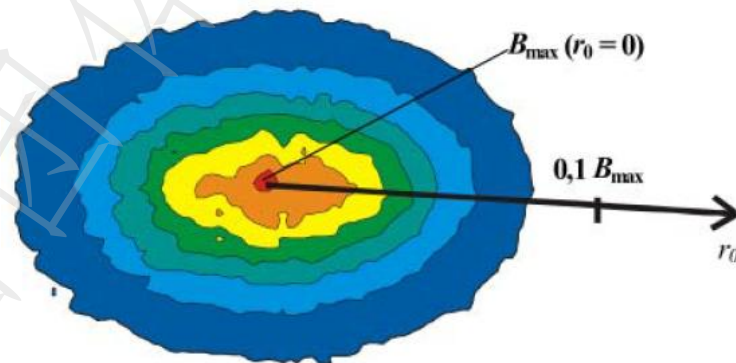


图 C.1 高场强区

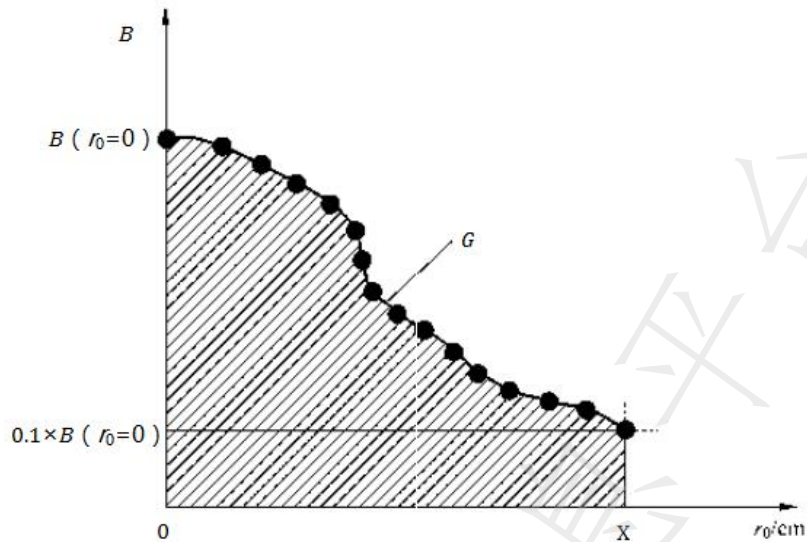


图 C.2 磁感应强度的梯度和积分 G

b) 步骤 2: 确定等效线圈

用步骤 1 得到的测量结果来确定等效线圈的半径, 由近似积分 G 求得。为了进一步计算, 假设该线圈距离高场强区的距离为 l_{coil} , 且线圈对应器具内磁场源的位置(见图 C.3)。

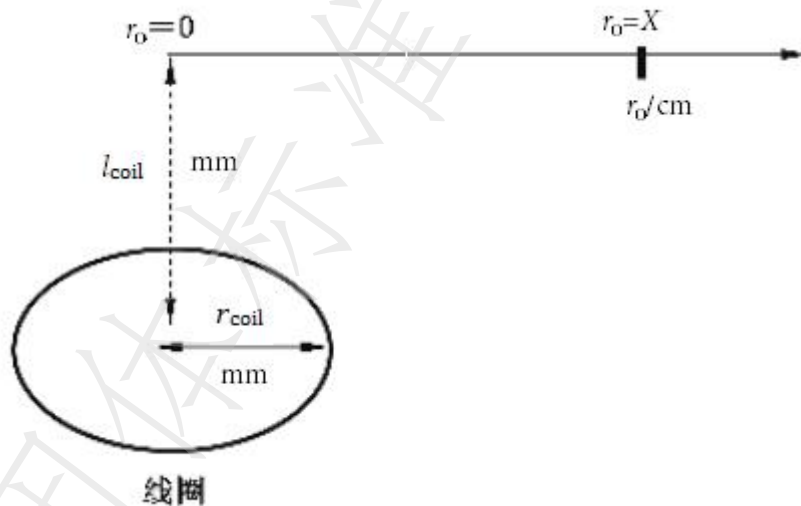


图 C.3 等效线圈位置

对归一化后的磁感应强度进行积分, 得到单值 G 之后可以用 G 来确定等效线圈的半径(见表 C.1)。利用线性插值法可以得到 r_{coil} 的其他值, r_{coil} 的大小不应超过 l_{coil} 。

注 1: 对于小型器具, 假设磁场源为器具的中心。对于较大的设备, 每个磁场源的位置通过检查器具来确定。

注 2: 该程序仅适用于集中的场源。从高场强区 B_{max} 到 $0.1B_{\text{max}}$ 的场分布应为连续的。

G 由公式(C.3)计算:

$$G(r_{\text{coil}}, l_{\text{coil}}) = \int_{r_0=0}^{r_0=X} \frac{B(r_0)}{B(r_0=0)} dr_0 \dots\dots\dots (C.3)$$

式中:

$G(r_{\text{coil}}, l_{\text{coil}})$ ——对归一化测量得出的磁感应强度积分的单值;

r_0 ——在高场强区周围的切向平面上的测量距离;

$B(r_0)$ ——距离高场强区起点 r_0 处的磁感应强度;

$B(r_0 = 0)$ ——高场强区起点的磁感应强度。

表 C.1 不同线圈 G 的值

| 距离 l_{coil} mm | 线圈半径 r_{coil} mm | | | | | |
|----------------------------|------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | 10 | 20 | 30 | 50 | 70 | 100 |
| 10 | 0.01354 | | | | | |
| 15 | 0.01562 | | | | | |
| 20 | 0.01848 | 0.02703 | | | | |
| 25 | 0.02168 | 0.02880 | | | | |
| 30 | 0.02511 | 0.03117 | 0.04051 | | | |
| 35 | 0.02861 | 0.03390 | 0.04217 | | | |
| 40 | 0.03222 | 0.03689 | 0.04429 | | | |
| 50 | 0.03955 | 0.04334 | 0.04941 | 0.06750 | | |
| 70 | 0.05448 | 0.05718 | 0.06164 | 0.07535 | 0.09444 | |
| 100 | 0.07711 | 0.07905 | 0.08219 | 0.09213 | 0.10644 | 0.13493 |
| 200 | 0.15317 | 0.15415 | 0.15573 | 0.16085 | 0.16845 | 0.18420 |
| 300 | 0.22953 | 0.23012 | 0.23119 | 0.23461 | 0.23971 | 0.25054 |

注：为了得到涵盖最不利情况的线圈，应选择给定值 G 的最小线圈半径。

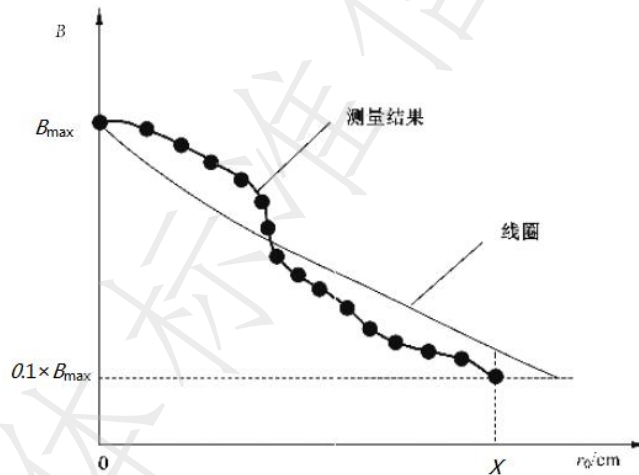


图 C.4 磁感应强度和线圈的梯度

c)步骤 3：确定系数 k

线圈半径 r_{coil} 用来确定当等效磁场源(线圈)和人体相距 r 时的系数 $k(r, r_{\text{coil}}, f, \sigma)$ ，见公式 (C.5) r 由公式(C.4)计算：

$$r = r_1 + l_{\text{coil}} \dots \dots \dots (C.4)$$

式中：

r ——等效磁场源(线圈)和人体的距离；

r_1 ——测量距离(见 3.2.6)；

l_{coil} ——等效线圈到表面的内部距离。

相加时应采用相同的单位。

$$k(r, r_{\text{coil}}, f, \sigma) = \frac{J_{\text{max}}(r, r_{\text{coil}}, f, \sigma)}{B_{\text{max, sensor}}(r, r_{\text{coil}}, A_{\text{sensor}})} \dots \dots \dots (C.5)$$

式中：

$k(r, r_{\text{coil}}, f, \sigma)$ ——等效磁场源(线圈)和人体相距 r 时的系数；

J_{max} ——人体内最大电流密度；

$B_{\text{max, sensor}}(r, r_{\text{coil}}, A_{\text{sensor}})$ ——最大磁感应强度；

A_{sensor} ——传感器的测量面积。

系数 k 与频率有关, 取决于从线圈到人体的距离 r 、人体匀质模型的电导率 σ , 以及传感器的尺寸。可以通过重新调整参考值来补偿系数 k 的频率相关性, 而不用重新调整基本限制 (见步骤 4)。

对于非均匀场, 由于最高场强值出现在人体的表面, σ 的值为 0.1 S/m。以下计算结果是基于这些采用表 C.2 规定的参考传感器所得出的值。表 C.2 列出了全身人体系数的 k 值。

表 C.2 全身人体系数 k 在 50 Hz 上的值

| 距离 r cm | 半径 r_{coil} mm | | | | | |
|--------------|----------------------------|--------|-------|-------|-------|-------|
| | 10 | 20 | 30 | 50 | 70 | 100 |
| 1 | 21.354 | 15.326 | 8.929 | 5.060 | 3.760 | 3.523 |
| 5 | 4.172 | 3.937 | 3.696 | 3.180 | 2.858 | 2.546 |
| 10 | 2.791 | 2.735 | 2.696 | 2.660 | 2.534 | 2.411 |
| 20 | 2.456 | 2.374 | 2.369 | 2.404 | 2.398 | 2.488 |
| 30 | 2.801 | 2.735 | 2.714 | 2.778 | 2.687 | 2.744 |
| 40 | 3.070 | 2.969 | 2.933 | 3.042 | 2.865 | 2.916 |
| 50 | 3.271 | 3.137 | 3.086 | 3.251 | 2.989 | 3.040 |
| 60 | 3.437 | 3.271 | 3.206 | 3.429 | 3.079 | 3.134 |
| 70 | 3.588 | 3.388 | 3.311 | 3.595 | 3.156 | 3.216 |
| 100 | 3.940 | 3.659 | 3.601 | 4.022 | 3.570 | 3.604 |

注 1: 系数 k 是通过将线圈作为磁场源以及使用适当的人体数值模型来确定的。它仅适用于磁场源的近场区域, 不适用于均匀场。

注 2: 如果线圈半径 r_{coil} 的尺寸大于距离 r , 则 r_{coil} 不能用附录 C 的程序来确定。

对于其他频率 f 和电导率对应的系数 k , 可以根据表 C.2 的值, 通过公式(C.6)计算得出:

$$k^*(r, r_{\text{coil}}) = \frac{f}{50 \text{ Hz}} \cdot \frac{\sigma}{0.1 \text{ S/m}} \cdot k \dots \dots \dots \text{ (C.6)}$$

$k^*(r, r_{\text{coil}})$ ——由其他频率 f 和电导率 σ 计算得出的系数;

f ——频率;

σ ——人体匀质模型的电导率;

k ——人体全身系数。

d) 步骤 4: 计算耦合因子

利用重新调整的系数 k 可以求出耦合因子 $a_c(r)$, 见公式(C.7):

$$a_c(r, r_{\text{coil}}, f, \sigma) = k(r, r_{\text{coil}}, f, \sigma) \cdot \frac{B_{\text{RL}}(f)}{J_{\text{BR}}(f)} \dots \dots \dots \text{ (C.7)}$$

式中:

$a_c(r, r_{\text{coil}}, f, \sigma)$ ——根据调整后的系数求出的耦合因子;

$k(r, r_{\text{coil}}, f, \sigma)$ ——等效磁场源(线圈)和人体相距 r 时的系数;

σ ——人体匀质模型的电导率;

$B_{\text{RL}}(f)$ ——频率线 f 的磁感应强度的参考值;

$J_{\text{BR}}(f)$ ——频率线 f 的电流密度的基本限值;

注 1: 在 8 Hz~800 Hz 和 1 Hz~100 kHz 的频率范围, $B_{\text{RL}}(f)/J_{\text{BR}}(f)$ 与 $1/f$ 成正比, 因此, 在这些频率范围内, $a_c(r)$ 的值与频率无关。

在按 5.5.2 和 5.5.3 测量的情况下, 采用了等效频率 f_{C0} 。因此耦合因子可用公式(C.8)等效表示:

$$a_c(r, r_{\text{coil}}, f_{\text{C0}}, \sigma) = k(r, r_{\text{coil}}, f_{\text{C0}}, \sigma) \cdot \frac{B_{\text{RL}}(f_{\text{C0}})}{J_{\text{BR}}(f_{\text{C0}})} \dots \dots \dots \text{ (C.8)}$$

注 2: 耦合因子 $a_c(r_1)$ 可以根据图 C.5 采用公式 (C.4) 得出。

例如, 当 $f=50$ Hz, 人体全身电导率 $\sigma=0.1$ S/m, 线圈半径 $r_{\text{coil}}=10$ mm, 距离 $r=50$ cm 时, 采用调整后的系数来计算有:

$$\begin{aligned}
 & a_c(r = 50 \text{ cm}, r_{\text{coil}} = 10 \text{ mm}, f = 50 \text{ Hz}, \sigma = 0.1 \text{ S/m}) \\
 &= k(r = 50 \text{ cm}, r_{\text{coil}} = 10 \text{ mm}, f = 50 \text{ Hz}, \sigma = 0.1 \text{ S/m}) \cdot \frac{B_{\text{RL}}(f = 50 \text{ Hz})}{J_{\text{BR}}(f = 50 \text{ Hz})} \\
 &= 3.271 \frac{\text{A/m}^2}{\text{T}} \cdot \frac{100 \mu\text{T}}{2 \text{mA/m}^2} = 0.1635
 \end{aligned}$$

C.2 耦合因子的图形化评估

耦合因子可以根据图 C.5 使用式 (C.4) 得出。该方法可以提供依赖于等效线圈半径的耦合因子的值。

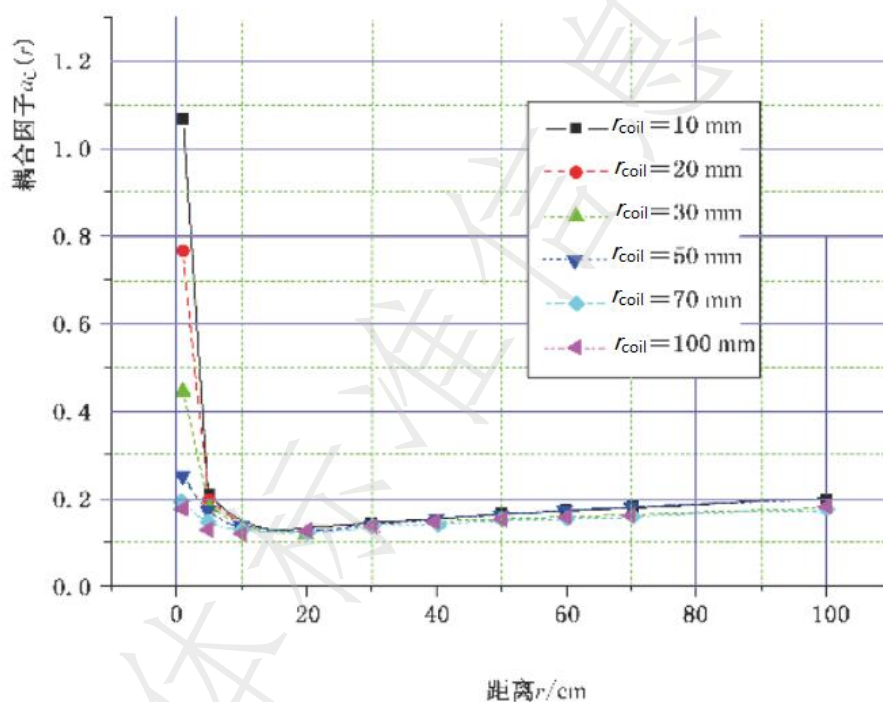


图 C.5 当人体全身电导率 $\sigma=0.1 \text{ S/m}$, $A_{\text{SENSOR}}=100 \text{ cm}^2$ 时的耦合因子 $a_c(r)$ (用 ICNIRP 导则中的限值重新调整)

距离 $r = r_1 + l_{\text{coil}}$, 其中 r_1 是表 A.1 规定的测量距离。

参考文献

- [1] GB/T 39640-2020 家用电器及类似器具电磁场相对于人体曝露的测量方法
- [2] IEC 62233:2005 家用电器及类似器具电磁场相对于人体曝露的测量方法
- [3] IEC 61786-1-2013 关于人体曝露于 1 Hz 至 100kHz 直流磁场、交流磁场及交流电场的测量.
第 1 部分: 测量仪器的要求
- [4] IEC 61786-2-2014 关于人体曝露于 1 Hz 至 100kHz 直流磁场、交流磁场及交流电场的测量.
第 2 部分: 基本测量标准
- [5] EN 62233:2008 家用电器及类似器具电磁场相对于人体曝露的测量方法
- [6] ICNIRP. Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz). Health Phys., 1998, vol. 41, no. 4, pp. 449-522
- [7] IEC 62226-1, Exposure to electric and magnetic fields in the low and intermediate frequency range – Methods for calculating the current density and internal electric field induced in the human body – Part 1: General
- [8] IEC 62226-2-1, Exposure to electric and magnetic fields in the low and intermediate frequency range – Methods for calculating the current density and internal electric field induced in the human body – Part 2-1: Exposure to magnetic fields – 2D models
-