



中华人民共和国国家标准

GB/T 47649—2026

金属磁粉心电磁特性测量方法

Test methods for electrical and magnetic properties of magnetic powder cores

(IEC 63300:2023, MOD)

2026-07-02 发布

2026-11-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言 V

引言 VI

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语、定义、缩略语和符号 1

 3.1 术语和定义 1

 3.2 缩略语 1

 3.3 符号 1

4 仪器和设备 2

 4.1 通则 2

 4.2 激励源 2

 4.3 测量仪器 3

 4.4 传感器 4

 4.5 其他说明 4

5 试样 5

 5.1 磁心 5

 5.2 绕组 5

 5.3 试样的固定 6

 5.4 试样参数 6

6 测量条件 6

 6.1 与实际应用的关系 6

 6.2 有效参数 7

 6.3 测量的磁状态 7

7 功率损耗的测量方法 7

 7.1 概述 7

 7.2 交流功率法 7

 7.3 直流功率法 7

 7.4 量热法 8

8 有效磁导率的测量方法 8

 8.1 概述 8

 8.2 大信号交流法 8

 8.3 阻抗法 9

 8.4 脉冲法 9

9 有效复数磁导率的测量方法 9

10 品质因数 Q 的测量方法 9

11 测量准确度的验证 9

附录 A (资料性) 交流功率法 10

 A.1 概述 10

 A.2 基本电路图 10

 A.3 测量装置 10

 A.4 测量步骤 11

 A.5 测量原理 11

 A.6 误差分析 12

 A.7 注意事项 12

 A.8 具体测试方法 12

附录 B (资料性) 直流功率法 15

 B.1 概述 15

 B.2 基本电路图 15

 B.3 测量装置 15

 B.4 测量步骤 16

 B.5 测量原理 16

 B.6 注意事项 16

附录 C (资料性) 量热法 17

 C.1 概述 17

 C.2 基本原理图 17

 C.3 测量装置 17

 C.4 测量步骤 18

 C.5 测量原理 18

 C.6 注意事项 18

 C.7 具体测试方法 18

附录 D (资料性) 大信号交流法 21

 D.1 概述 21

 D.2 基本电路图 21

 D.3 测量装置 21

 D.4 测量步骤 22

 D.5 测量原理 22

 D.6 注意事项 22

附录 E (资料性) 阻抗法 23

 E.1 概述 23

 E.2 基本电路图 23

E.3	测量装置	23
E.4	测量步骤	23
E.5	测量原理	23
E.6	品质因数的测量	24
E.7	注意事项	24
附录 F (资料性)	脉冲法	25
F.1	概述	25
F.2	基本电路图	25
F.3	测量装置	25
F.4	测量步骤	26
F.5	测量原理	26
F.6	注意事项	27
附录 G (资料性)	磁特性测量准确度的验证方法	28
附录 H (资料性)	直流偏置施加方法	30
H.1	概述	30
H.2	注意事项	31
附录 I (资料性)	参考资料	32
I.1	概述	32
I.2	方波励磁的上升时间对磁心损耗的影响	32
I.3	相角差上限	33
I.4	公式(8)的推导	34
I.5	试样的自谐振频率(SRF)	34
参考文献		36
图 1	方波波形图	3
图 A.1	交流功率法示意图	10
图 A.2	电容无功补偿法电路图	13
图 A.3	电容无功补偿相量图	14
图 B.1	直流法电路图	15
图 C.1	量热法原理图	17
图 C.2	定标量热法原理图	19
图 C.3	比对量热法原理图	20
图 D.1	大信号交流法电路图	21
图 E.1	阻抗法原理图	23
图 F.1	脉冲法电路图	25
图 F.2	励磁绕组上的励磁电压和电流波形	27
图 G.1	空心电感电路图	28

图 H.1 施加直流偏置的示意图 30

图 I.1 考虑上升时间和下降时间的方波激励源 33

图 I.2 比差和相角差示意图 33

图 I.3 试样的等效电路模型 34

表 1 功率损耗测量方法比较 7

表 I.1 k 、 α 和 β 等参数 32

表 I.2 不同 t_r 的磁心损耗相对误差 32

表 I.3 由相角差产生的比差和磁心损耗测量误差 34

表 I.4 不同频率的 ΔL 35

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。

本文件修改采用 IEC 63300:2023《金属磁粉心电磁特性测量方法》。

本文件与 IEC 63300:2023 相比做了下述结构调整：

- 将图 A.2b)与 图 A.2c)调换位置；
- 将图 A.3a)的与图 A.3b)调换位置；
- 删除了 A.9；
- 增加了 E.6,后续条号顺延。

本文件做了下列编辑性改动：

- 更正了 D.3.4 中的错误；
- 更改了第 10 章品质因数 Q 的测量方法,由“详细的测量过程见附录 A”改为“详细的测量过程见附录 E”；
- 增加了品质因数的测量(见 E.6)。

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。

本文件由中华人民共和国工业和信息化部提出。

本文件由全国磁性元件与铁氧体材料标准化技术委员会(SAC/TC 89)归口。

本文件起草单位：福州大学、中国电子技术标准化研究院、马鞍山新康达磁业有限公司、横店集团东磁股份有限公司、长沙天恒测控技术有限公司、北京七星飞行电子有限公司、天通控股股份有限公司、深圳市铂科新材料股份有限公司、华为技术有限公司、浙江省计量科学研究院。

本文件主要起草人：汪晶慧、陈为、崔莹、赵光、张爱国、周新华、张卫东、李小龙、聂军武、阮佳林、杨和钱、虞志书。

引 言

金属磁粉心具有相对磁导率低、饱和磁通密度高和损耗低的特点,因此,与无气隙的铁氧体相比,金属磁粉心的等效阻抗更小、磁化电流大,在电磁测量时就需要高频且大容量的激励源,这在实践中很难获得。同时,金属磁粉心的阻抗角接近 90° ,给磁心损耗的准确测量带来很大困难。

IEC 62044 系列标准确立了磁性氧化物或金属粉末制成的磁心在高励磁水平下和低励磁水平下的磁特性测量方法。然而,IEC 62044 系列标准中介绍的测量方法不能完全满足金属磁粉心磁特性的测量要求。因此有必要制定金属磁粉心磁特性测量方法的标准。

根据金属磁粉心的特点,除对传统测量方法进行修订外,本文件还引入了新的测量方法——脉冲法和直流功率法。因为空心电感器的线性特性,本文件引入了空心电感器(单绕组或双绕组)来验证或校验金属磁粉心磁特性测量方法的准确度。

金属磁粉心电磁特性测量方法

1 范围

本文件给出了用于电子设备、电力电子设备中感性元件的金属磁粉心的电磁特性的测量方法,以及每种方法的原理、适用范围和注意事项。

本文件适用于以下表征金属磁粉心的参数:电感因数、有效磁导率、相对复数磁导率、磁导率的温度系数、磁导率的频率系数、直流偏置特性、功率损耗和品质因数。

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。

IEC 63182-2 金属磁粉心 尺寸和表面缺陷极限导则 第2部分:环形磁粉心(Magnetic powder cores—Guidelines on dimensions and the limits of surface irregularities—Part 2:Ring-cores)

3 术语、定义、缩略语和符号

3.1 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

ISO 和 IEC 在下列地址中维护术语数据库以便在标准中使用:

- IEC 电子百科:<http://www.electropedia.org/>;
- ISO 在线浏览平台:<http://www.iso.org/obp>。

3.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

ARV:平均整流值(Average Rectification Value)
 EPR:等效并联电阻(Equivalent Parallel Resistance)
 ESR:等效串联电阻(Equivalent Series Resistance)
 FFT:快速傅里叶变换(Fast Fourier Transform)
 MSE:修正斯坦梅茨方程(Modified Steinmetz Equation)
 PWM:脉冲宽度调制(Pulse Width Modulation)
 RMS:有效值(Root Mean Square)
 SCR:可控硅整流器(Silicon Controlled Rectifier)
 SRF:自谐振频率(Self-resonant Frequency)
 ZVS:零电压开关(Zero Voltage Switching)

3.3 符号

本文件中的所有公式均采用基本的国际单位制(SI)单位,当使用倍数或约数时,应引入适当的 10