



中华人民共和国国家标准

GB/T 28869.3—2023

部分代替 GB/T 9632.1—2002

软磁材料制成的磁心 测量方法 第3部分：高励磁水平下的磁特性

Cores made of soft magnetic materials—Measuring methods—Part 3:
Magnetic properties at high excitation level

(IEC 62044-3:2000, MOD)

2023-11-27 发布

2024-03-01 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	III
引言	V
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语、定义和符号	1
3.1 术语和定义	1
3.2 符号	4
4 高励磁水平下测量的一般注意事项	5
4.1 通则	5
4.2 测量线圈	6
4.3 多部分组合磁心的固定	6
4.4 测量设备	7
5 样品	8
6 测量程序	8
6.1 一般程序	8
6.2 (有效)振幅磁导率的测量方法	9
6.3 功耗的测量方法	10
7 信息陈述	12
8 测试报告	12
附录 A(资料性) 测量振幅磁导率的基本电路和相关设备	13
附录 B(资料性) 有效值法测功耗——电路实例和相应测量程序	14
B.1 测量方法	14
B.2 测量线圈	14
B.3 测量设备	14
B.4 测量程序	15
B.5 脉冲测量和准确度	15
附录 C(资料性) 乘积法测量功耗——基本电路和相关测量程序	16
C.1 要求	16
C.2 测量线圈	17
C.3 准确度	17
C.4 V-A-W(伏特-安培-瓦特)表法	17
C.5 阻抗分析法	17
C.6 数字化法	17

C.7 矢量谱法	18
C.8 互功率法	18
附录 D(资料性) 反射法测功耗——基本电路和相关测量程序	19
D.1 要求	19
D.2 测量线圈	19
D.3 测量程序和准确度	19
附录 E(资料性) 量热法测量功耗	20
E.1 要求	20
E.2 测量线圈	20
E.3 准确度	20
E.4 在热平衡状态下测量	21
E.5 在非热平衡状态下测量	21
附录 F(规范性) 脉冲状态下的磁特性	22
F.1 概述	22
F.2 方法原理	22
F.3 样品	22
F.4 测量线圈	22
F.5 测量仪器	22
F.6 测量程序	23
F.7 计算	25
附录 G(资料性) 脉冲测量的电路示例	27
参考文献	28
图 1 无偏置场的脉冲励磁	3
图 2 有偏置场的脉冲励磁	3
图 A.1 测量振幅磁导率的基本电路	13
图 B.1 有效值法测量电路实例	14
图 C.1 乘积法基本电路	16
图 D.1 基本电路	19
图 E.1 基本电路和相关测量程序——测量方案	20
图 F.1 电压脉冲参数	23
图 F.2 典型的测量波形	24
图 F.3 磁化电流的非线性度	25
图 G.1 无偏置场和孤立脉冲励磁状态下测量的电路	27
图 G.2 有偏置场和重复脉冲励磁状态下测量的电路	27
表 1 部分乘积法及其相关励磁波形探测及数据处理项目	10

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。

本文件是 GB/T 28869《软磁材料制成的磁心 测量方法》的第 3 部分。GB/T 28869 已经发布了以下部分：

- 第 1 部分：通用规范；
- 第 2 部分：低励磁水平下的磁特性；
- 第 3 部分：高励磁水平下的磁特性。

本文件部分代替 GB/T 9632.1—2002《通信用电感器和变压器磁心测量方法》。与 GB/T 9632.1—2002 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- 更改了文件的范围(见第 1 章,2002 年版的第 1 章)；
- 增加了术语、定义和符号(见第 3 章)；
- 增加了信息陈述(见第 7 章)；
- 增加了测试报告(见第 8 章)。

本文件修改采用 IEC 62044-3:2000《软磁材料制成的磁心 测量方法 第 3 部分：高励磁水平下的磁特性》。

本文件与 IEC 62044-3:2000 相比做了下述结构调整：

- 4.4.1 对应 IEC 62044-3:2000 的 4.4 中的悬置段,6.3.2.1 对应 IEC 62044-3:2000 的 6.3.2 中的悬置段,6.3.2.3.1 对应 IEC 62044-3:2000 的 6.3.2.2 中的悬置段,E.4.1 对应 IEC 62044-3:2000 的 E.4 中的悬置段,其下序号依次进行了调整；
- 附录 F 对应 IEC 62044-3:2000 的 4.4 中引用的 IEC 60367-1:1982 中的内容,并将其中的“术语”内容调整至第 3 章中(见 3.1.10~3.1.18),其中提及的附录内容调整至附录 G 中,相关图编号、公式编号依次进行了调整。

本文件与 IEC 62044-3:2000 的技术差异及其原因如下：

- 用规范性引用的 GB/T 9637 替换了 IEC 60050(221):1990(见 3.1),以适应我国的技术条件,增加可操作性；
- 用规范性引用的 GB/T 28869.1—2012 替换 IEC 60367-1:1982(见 6.1),以适应我国的技术条件,增加可操作性。

本文件做了下列编辑性改动：

- 纳入了 IEC 62044-3:2000/COR1:2021 的勘误内容,所涉及的条款的外侧页边空白位置用垂直双线(∥)进行了标示；
- 增加了注(见 3.1.12 的注 3,3.13,3.14)；
- 对第 3 章中符号的排序进行了调整；
- 删除了 IEC 62044-3:2000 中 3.2 的注 4；
- 对 IEC 62044-3:2000 中悬置段 4.4.1,6.3.2.1,6.3.2.3.1,E.4.1 进行了处理；
- 将 IEC 62044-3:2000 中含要求型条款推荐性条款的 4.2.1 的注、6.1.3 的注 3、6.1.5 的注、6.2.3 的注、第 7 章的注 1、图 C.1 的注 2、图 E.1 的注 1~注 4 更改为段；
- 更改了第 7 章的列项编号；
- 对图、公式的编号进行了调整；

GB/T 28869.3—2023

——增加了参考文献。

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:中国电子科技集团公司第九研究所。

本文件主要起草人:彭清贵、李忭、高晓琴、王慧丽、甘邠。

本文件所代替文件的历次版本发布情况为:

——GB/T 9632—1988、GB/T 9632.1—2002。

引 言

GB/T 9632.1—2002《通信用电感器和变压器磁心测量方法》作为软磁行业的基础标准,被企业广泛采用。GB/T 9632.1—2002 等同采用 IEC 60367-1:1982,而 IEC 60367-1:1982 已被 IEC 62044 系列标准代替,因此按新的 IEC 标准的结构关系进行修订。IEC 62044-1:2002 已转化为 GB/T 28869.1—2012。GB/T 28869《软磁材料制成的磁心 测量方法》由三个部分构成。

- 第 1 部分:通用规范。目的在于确立软磁材料制成的磁心的各种可能的测量方法遵循的通用原则。
- 第 2 部分:低励磁水平下的磁特性。目的在于确立低励磁水平下工作的磁心的磁性能和电性能测量方法的规范导则。
- 第 3 部分:高励磁水平下的磁特性。目的在于规定闭路磁心在高励磁水平下的功耗和振幅磁导率的测量方法。

GB/T 28869 的修订,有利于软磁材料制成的磁心的测试方法与国际接轨,测试结果国际互认,从而扩大相关产品的出口贸易。

软磁材料制成的磁心 测量方法

第 3 部分：高励磁水平下的磁特性

1 范围

本文件规定了高励磁水平下工作的电感器、扼流圈、变压器和其他有功率要求的电子器件等用的闭路磁心的功耗和振幅磁导率的测量方法。

本文件给出的测量方法如量热法和反射法能实现磁性能的测量频率范围从直流(d.c.)到 10 MHz,甚至更高。对于给定频率范围的磁特性测量,选用哪种测量方法取决于需要达到的准确度。

本文件中的测量方法基于通常的正弦波励磁情况,对其他周期性波形也适用。但是,只有在相应的频谱范围内磁通密度和磁场强度波形准确度只有轻微降低的情况下,所用的测量电路和仪器能够控制幅度和相位,才能获得足够的准确度。

注:对于某些软磁合金材料,遵循样品准备和计算规定等相关的通用原则、材料惯例是必要的。这些原则见 IEC 60404-8-6。

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/T 9637 电工术语 磁性材料与元件[GB/T 9637—2001,eqv IEC 60050(221):1990]

GB/T 28869.1—2012 软磁材料制成的磁心 测量方法 第 1 部分:通用规范(IEC 62044-1:2002,IDT)

3 术语、定义和符号

3.1 术语和定义

GB/T 9637 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1

(有效)振幅磁导率 (effective) amplitude permeability

$\mu_a; \mu_{ea}$

当磁通密度和磁场强度随时间呈周期性变化且其平均值为 0,并且材料起始处于规定的磁中性状态时,由有效磁通密度的峰值 \hat{B}_e 和有效磁场强度的峰值 \hat{H}_e (两者之一处于规定的幅度)求得的磁导率。

注 1:本定义与 GB/T 9637—2001 中 221-03-07 的定义不同。

注 2:常用两种振幅磁导率,即:

——磁通密度的峰值和磁场强度的峰值均取实际波形的峰值;

——磁通密度和磁场强度的峰值均取基波分量的峰值。

注 3:如果磁心被反复磁化且 $B-H$ 曲线不出现偏移,则磁通密度、磁场强度和振幅磁导率甚至可以是静态值。

3.1.2

最大(有效)振幅磁导率 maximum (effective) amplitude permeability

$\mu_{ea \max}$