



中华人民共和国国家标准

GB/T 9633—2012/IEC 60556:2006
代替 GB/T 9633—1988

微波频率应用的旋磁材料性能测量方法

Measuring methods for properties of gyromagnetic materials intended for
application at microwave frequencies

(IEC 60556:2006, IDT)

2012-12-31 发布

2013-06-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 饱和磁化强度 M_s	1
5 磁化强度(在给定场强下) M_H	9
6 旋磁共振线宽 ΔH 及有效朗德因子 g_{eff} (一般情况)	14
7 旋磁共振线宽 ΔH_{10} 和有效朗德因子 g_{10} (在 10 GHz)	19
8 自旋波共振线宽 ΔH_k	21
9 有效线宽 ΔH_{eff}	26
10 复介电常数 ϵ_r	31
11 表观密度 ρ_{app}	35
参考文献	39
图 1 振动线圈法——样品和线圈的装置	3
图 2 磁场图像	3
图 3 测量装置(VCM)	4
图 4 振动样品法——样品和线圈装置	5
图 5 测量装置(VSM)	6
图 6 磁性材料的磁滞回线	10
图 7 带补偿单元的试验样品	11
图 8 试验样品	11
图 9 测量磁化强度 M_H (在给定场强下)的测量线路	12
图 10 密勒(Miller)积分器	13
图 11 测量旋磁共振线宽和有效朗德因子用的腔体(见参考文献[21])	16
图 12 低频下测量旋磁共振线宽和有效朗德因子的带线谐振器	17
图 13 测量旋磁共振线宽和有效朗德因子所需装置方框图	18
图 14 10 GHz 下测量旋磁共振线宽和有效朗德因子所需装置方框图	20
图 15 副共振和正常共振的饱和	22
图 16 副共振开始时脉冲畸变	22
图 17 测得的临阈射频场强与脉冲持续时间关系	23
图 18 9.3 GHz 下测量自旋波共振线宽的典型 TE ₁₀₄ 腔	24
图 19 自旋波共振线宽测量装置的方框图	25

图 20	带有样品的腔的截面图	27
图 21	9.1 GHz 下谐振腔的设计尺寸	27
图 22	测量有效线宽 ΔH_{eff} 的装置方框图	29
图 23	Q_0 的确定	31
图 24	用于理论计算的带有样品的理想谐振腔(截面图)	32
图 25	带有样品的谐振腔的尺寸	34
图 26	测量复介电常数所需装置的方框图	34

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 GB/T 9633—1988《微波频率应用的旋磁材料性能测试方法》。

本标准与 GB/T 9633—1988 相比,主要变化如下:

- 对原标准 10 余处进行了编辑性修改,并统一了术语,如精度、精确度统一为准确度。
- 方框图、示意图统一为方框图,仪器和装置、装置统一为装置。
- 磁性常数 μ_0 改为磁常数 μ_0 。
- “磁芯”统一为“磁心”;用乘号“ \times ”代替圆点“ \cdot ”。
- 章条号与原标准做了较大调整。
- 将原标准第 2 部分中 4.5 倒数第二段“……放大器灵敏度应超过 2 m/V”改为“……放大器灵敏度应超过 2 mm/mV”;原标准图 21“9.1 MHz”改为“9.1 GHz”;原标准 9.6 测量程序最后一段“测量应在 25 °C 和相对湿度约为 65% 的环境中完成”改为“测量应在室温下完成”。
- 公式中的“log”一律改为“lg”。
- 删除了旋磁共振线宽(一般情况及 GHz)测量程序中方法 a)(见 1988 年版的第 5 章~第 6 章)。
- 删除了原标准公式(33b)(见 1988 年版的 6.3)。

本标准等同采用 IEC 60556:2006《微波频率应用的旋磁材料性能测量方法》。

本标准作了下列编辑性修改:

- “本国际标准”改为“本标准”。
- 引用文件中有部分标准用采用国际标准的国家标准或行业标准代替,并增加了图 18 中出现的 IEC 60153-2:1974。
- 删除了 IEC 标准中的前言。
- 定义改为术语和定义。
- 将 IEC 标准中各章的参考文献统一编写,并在最后增加了国内参考文献。

与本标准中规范性引用的国际文件有一致性对应关系的我国文件如下:

- GB/T 9637—2001 电工术语 磁性材料与元件[eqv IEC 60050(221):1990]
- GB/T 11450.2—1989 空心金属波导 第 2 部分:普通矩形波导有关规范(eq. IEC 60153-2:1974)

本标准由中华人民共和国工业和信息化部提出。

本标准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。

本标准负责起草单位:全国磁性元件与铁氧体材料标准化技术委员会秘书处。

本标准主要起草人:石成玉、尹景林、匡轮、蒋微波、周世昌、胡滨、李克文。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为:

- GB/T 9633—1988。

微波频率应用的旋磁材料性能测量方法

1 范围

本标准规定了测量方法是按照 SJ/T 11077—1996《微波铁氧体规范起草导则》中规定的多晶系微波铁氧体的性能以及在铁氧体工艺中通常采用的测量方法。

本标准适用于测量方法用作研究微波频率下应用的铁氧体材料。

本标准不排斥通常使用的其他测量方法,但有争议时应以本标准的测量方法进行仲裁。

本标准不包括单晶和薄膜材料。

注1:本标准中“铁氧体”和“微波”的概念是广义的:“铁氧体”不仅指具有尖晶石晶体结构的磁—介电性化学组元,而且也指具有石榴石和六角晶体结构的材料。

“微波”的范围大约包括 1 m~1 mm 之间的波长,而主要关心的范围是 0.3 m~10 mm。

注2:微波铁氧体材料主要用于非互易器件,如环形器、隔离器、非互易相移器。但这些材料也可用于互易器件,如调制器以及(互易)相移器。其他一些应用包括旋磁滤波器、限幅器和更复杂的器件,如参量放大器。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 20874—2007 磁性零件有效参数的计算(IEC 60205:2001, IDT)

SJ/T 11077—1996 微波铁氧体规范起草导则(idt IEC 60392:1972)

IEC 60050(221):1990 电工术语 磁性材料与元件(International electrotechnical vocabulary (IEV) chapter 221:magnetic materials and components)

IEC 60153-2:1974 空心金属波导 第2部分:普通矩形波导有关规范(Hollow metallic waveguides—Part 2:Relevant specifications for ordinary rectangular waveguides)

3 术语和定义

IEC 60050(221):1990 界定的术语和定义适用于本文件。

4 饱和磁化强度 M_s

4.1 引言

饱和磁化强度是铁氧体材料的特征参数。广泛用于理论计算,例如张量磁导率各分量的计算(见 IEC 60050(221):1990 中 221-03-02)。在各种微波应用器件中,饱和磁化强度决定器件的低频限,这主要是由于当材料未饱和时出现了所谓的低场损耗。

4.2 目的

给出两种类似的测量饱和磁化强度的方法:振动线圈法(VCM)和振动样品法(VSM)。

振动线圈法(参考文献[20]和[21])的优点为:在整个测量温度范围内,特别是在低温下测量时,安