



中华人民共和国国家标准

GB/T 19346.3—2021/IEC 60404-16:2018

非晶纳米晶合金测试方法 第3部分：铁基非晶单片试样交流磁性能

Methods of measurement of amorphous and nanocrystalline alloys—
Part 3: AC magnetic properties of Fe-based amorphous strip using a single
sheet specimen

(IEC 60404-16:2018, Magnetic materials—
Part 16: Methods of measurement of the magnetic properties of Fe-based
amorphous strip by means of a single sheet tester, IDT)

2021-04-30 发布

2021-11-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

目 次

前言	III
引言	IV
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 通则	1
4.1 测量方法和原理	1
4.2 试样	3
4.3 磁导计	3
4.4 电源	4
4.5 测量装置	4
4.6 数字采样法	4
5 测量程序	5
5.1 测量原理	5
5.2 测量准备	6
5.3 电源调节	6
6 磁性能的测定	6
6.1 磁极化强度的测定	6
6.2 磁场强度的测定	7
6.3 比总损耗的测定	7
6.4 比视在功率的测定	7
7 检测结果的再现性	8
附录 A (资料性) 单片测试仪测量铁基非晶合金带材的要求	9
A.1 试样形状	9
A.2 H 线圈法	9
A.3 磁轭	9
A.4 连接线	9
A.5 无感精密电阻器	9
A.6 磁屏蔽	10
A.7 不定期检查已安装 H 线圈稳定性的方法	10
附录 B (资料性) 测量磁性能和数字化空气磁通补偿的数字采样法	11
B.1 概述	12
B.2 技术细节和要求	12
B.3 校准	12
B.4 数字空气磁通补偿	12

附录 C (资料性) 数字法对磁极化强度波形正弦的控制	13
附录 NA (资料性) 检测报告	14
参考文献	15
图 1 磁导计示意图	2
图 2 H 线圈法测量原理示意图	2
图 3 磁轭尺寸图	3
图 4 采用数字采样法的 H 线圈法电路图	5

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 19346《非晶纳米晶合金测试方法》的第 3 部分。GB/T 19346 已经发布了以下部分：

- 第 1 部分：环形试样交流磁性能；
- 第 2 部分：带材叠片系数；
- 第 3 部分：铁基非晶单片试样交流磁性能。

本文件使用翻译法等同采用 IEC 60404-16:2018《磁性材料 第 16 部分：用单片测试仪测量铁基非晶片(带)磁性能的方法》。

与本文件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 2900.60—2002 电工术语 电磁学(eqv IEC 60050-121:1998)；
- GB/T 19345.1—2017 非晶纳米晶合金 第 1 部分：铁基非晶软磁合金带材(IEC 60404-8-11:2017, NEQ)。

本文件做了下列编辑性的修改：

- 纳入了 IEC 60404-16 COR1:2018 的修正内容,修正了式(2)和式(3),并在正文空白处用垂直双线(∥)标识；
- 为与现有文件系列一致,将文件名称改为《非晶纳米晶合金测试方法 第 3 部分：铁基非晶单片试样交流磁性能》；
- 增加了资料性附录 NA,检测报告。

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。

本文件由中国钢铁工业协会提出。

本文件由全国钢标准化技术委员会(SAC/TC 183)归口。

本文件起草单位：长沙天恒测控技术有限公司、宝山钢铁股份有限公司、冶金工业信息标准研究院、全球能源互联网研究院有限公司。

本文件主要起草人：周新华、沈杰、周星、栾燕、马光、舒子奇、程灵、王琳、杨富尧、陈兰。

引 言

GB/T 19346《非晶纳米晶合金测试方法》目前由三部分构成。

- 第1部分：环形试样交流磁性能；
- 第2部分：带材叠片系数；
- 第3部分：铁基非晶单片试样交流磁性能。

铁基非晶合金带材作为一种有望减少变压器铁芯损耗以此减缓全球变暖的新型材料，需要有一种磁性能测量方法，以实现对其进行分级。

铁基非晶合金带材是通过快速凝固和直接铸造工艺生产的，主要用于制作工频(50 Hz 和 60 Hz)用的配电变压器铁芯。

经过适当的热处理后，其比总损耗与取向电工钢带(片)相比表现出明显较低的水平。并具有因低磁各向异性而导致的低磁滞损耗，以及因高电阻率和厚度减小而导致的低涡流损耗。然而，由于材料的高磁致伸缩和低磁各向异性，其性能会因施加的应力而显著劣化。

因此，需要一种用单片测试仪(SST)测量铁基非晶合金带材磁性能的方法，有别于电工钢片专用的标准 IEC 60404-3^{[1]1)}。

本文件中采用了几乎完全适用的功率表法，但是用磁化电流测量磁场强度的常用方法(MC法)不适用于这种材料，因为对厚度更薄及磁性更软的试样，磁轭对损耗测量的影响非常大。因此引入使用H线圈(H线圈法)测量磁场强度的功率表法。针对SST和铁基非晶合金带材试样已经开展过国际循环试验，并由此得出了适合非晶合金材料的SST架构。为了避免这种具有高磁弹性材料和上磁轭间触碰的影响，采用了单磁轭的设计。

1) 方括号内的数字指参考文献。

非晶纳米晶合金测试方法

第 3 部分：铁基非晶单片试样交流磁性能

1 范围

本文件适用于非晶合金带材在频率不高于 400 Hz 下的交流磁性能测量。

本文件给出了用单片测试仪测量非晶合金带材磁性能的基本原理和技术要求。

本文件规定的单片测试仪适用于在规定的频率和磁极化强度峰值且感应电压为正弦状态下,对各种类型的非晶合金带材制成的试样的交流磁性能进行测量。

测量应在环境温度(23±5)℃下进行。

注 1: 本文件中的单片测试仪也可用于具有和非晶合金带材类似的磁性能及物理特性的其他材料的测量,如坡莫合金带材、纳米晶合金等。用单片测试仪测量电工钢带(片)磁性能的方法由 IEC 60404-3 规定。

注 2: 本文件所使用的“磁极化强度”术语详见 IEC 60050-121。在早期的一些标准或出版物中,也称“磁通密度”或“磁感应强度”。

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 60050-121 国际电工术语 第 121 部分:电磁学(International Electrotechnical Vocabulary—Part 121: Electromagnetism)

IEC 60050-221 国际电工术语 第 221 部分:磁性材料与元件(International Electrotechnical Vocabulary—Chapter 221: Magnetic materials and components)

IEC 60404-8-11 磁性材料 第 8-11 部分:单项材料规范 半工艺状态交货的铁基非晶带材(Magnetic materials—Part 8-11: Specifications for individual materials—Fe-based amorphous strip delivered in the semi-processed state)

3 术语和定义

IEC 60050-121 和 IEC 60050-221 界定的术语和定义适用于本文件。

4 通则

4.1 测量方法和原理

本文件采用磁场线圈测量磁场强度(“H 线圈法”)的功率表法。磁路的闭合由一个单独的 U 形磁轭构成。

将一片非晶合金试样放入以下两个线圈内:

- 初级线圈,外层(磁化线圈);
- 次级线圈,内层(感应电压线圈)。