



中华人民共和国国家标准

GB/T 28871—2012/IEC 61788-2:2006

铌三锡(Nb_3Sn)复合超导体的 直流临界电流测量

Critical current measurement—
DC critical current of Nb_3Sn composite superconductors

(IEC 61788-2:2006, IDT)

2012-11-05 发布

2013-02-15 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
引言	IV
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 原理	2
5 要求	3
6 装置	3
6.1 反应骨架材料	3
6.2 反应骨架结构	3
6.3 测量骨架材料	3
6.4 测量骨架结构	4
6.5 测量装置	4
7 样品准备	4
7.1 反应热处理样品的安装	4
7.2 反应热处理	4
7.3 测试样品的安装	4
7.4 样品固定	5
8 测试步骤	5
9 测试方法的精密度与精确度	6
9.1 临界电流	6
9.2 温度	6
9.3 磁场	6
9.4 样品支撑结构	6
9.5 样品保护	6
10 结果的计算	6
10.1 临界电流判据	6
10.2 n -值(选择性计算,见 A. 7. 2)	7
11 测试报告	8
11.1 被测样品说明	8
11.2 I_c 值报告	8
11.3 测试条件报告	8
附录 A (资料性附录) 与本标准第 1 章~第 10 章相关的附加说明	9
附录 B (资料性附录) 铌三锡(Nb_3Sn)导体的应变效应	17
附录 C (资料性附录) 自场效应	19

附录 D (规范性附录) 单一骨架测试法	21
参考文献	23
图 1 本征 $U-I$ 特性曲线	7
图 2 具有电流转移分量的 $U-I$ 特性曲线	7
图 A.1 含有零电压抽头对的样品各引线连接	12
图 B.1 典型的铌三锡(Nb_3Sn)复合超导线在不同磁场下的临界电流与轴向(拉伸)应变的关系[7]	18
表 A.1 铌三锡(Nb_3Sn)超导体和部分其他选用材料的热收缩率	16

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准等同采用 IEC 61788-2:2006《铌三锡复合超导体的直流临界电流测量》。

本标准对 IEC 61788-2 个别条目中出现的编辑性错误做了修改。

与标准中规范性引用国际文件有一致性对应关系的我国文件如下：

——GB/T 13811—2003 电工术语 超导电性(IEC 60050-815:2000,MOD)。

本标准由全国超导标准化技术委员会提出。

本标准由全国超导标准化技术委员会(SAC/TC 265)归口。

本标准负责起草单位：中国科学院电工研究所。

本标准参加起草单位：西部超导材料科技有限公司、中国科学院物理研究所、中国科学技术大学。

本标准主要起草人：张国民、林良真、高慧贤、刘宜平、曹烈兆。

引 言

复合超导体的临界电流为超导导线的应用提供设计限定。超导体的实际运行条件决定其许多性能，而本标准的测试方法可提供确定特定超导体的适用性所需的部分信息。

利用本标准所测得的临界电流值也可以用于检测复合超导体因制备过程变更、处理、老化或种种使用及外界因素所引起的超导特性变化。如果遵守本标准所给的测试规范，则该测量方法对于质量控制、验收以及研究试验非常有用。

复合超导体的临界电流受许多因素影响。在材料的测试和应用中，需要对这些因素给以充分考虑。测试条件如磁场、温度和样品—电流—磁场间的相对取向等，要根据具体的应用来确定。在允许的误差范围内，可根据特定样品的情况来确定测试系统的配置。而具体的临界电流判据可按实际应用状况确定。如果测试中出现有不规律的情况，则宜通过测量一定数量的样品来获得测试结果。

本标准所提到的测试方法是基于铜/铌钛(Cu/NbTi)复合超导体的直流临界电流测量(IEC 61788-1)的测试方法和 VAMAS(凡尔赛先进材料和标准)项目中关于铌三锡(Nb₃Sn)复合超导体临界电流测试的标准化准备工作。和铜/铌钛(Cu/NbTi)复合超导体相比，铌三锡(Nb₃Sn)超导体的临界电流对于机械应变非常敏感，因此，对可能影响测试样品应变状态的测试步骤进行了修改，附录 B 说明了这些修改的背景。

铌三锡(Nb₃Sn)复合超导体的 直流临界电流测量

1 范围

本标准还给出在通常测试中本实验方法所允许的偏离以及其他具体限定。

临界电流大于 1 000 A 或者总截面积大于 2 mm² 的铌三锡(Nb₃Sn)超导体也可以使用本方法测量,但预期精密度的降低,且自场效应更明显(见附录 C)。

本标准测试方法适用于测定采用青铜法或内锡法生产的铜/非铜比大于 0.2 的铌三锡(Nb₃Sn)复合超导体的直流临界电流。

本标准测试方法适用于标准测试条件下临界电流小于 1 000 A、 n -值大于 12 的超导体,且超导体所处的磁场小于或等于其上临界磁场的 0.7 倍。测量过程中,被测样品浸泡在已知温度的液氮中。被测的铌三锡复合导体具有圆形截面的一体化结构,其截面积小于 2 mm²。被测样品应为感应线圈几何形状。此外,为了简便和保持测量精密度,本标准不涉及对于大截面导体可能更适合的特殊的样品形状。

本标准给出的测量方法在原则上也适用于采用任何其他工艺法生产的铌三锡(Nb₃Sn)复合超导线。经过适当修改,该方法也望适用于其他类型的复合超导线。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。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 13811—2003 电工术语 超导电性(eqv IEC 60050-815:2000)

3 术语和定义

GB/T 13811—2003 界定的以及术语和定义适用于本文件。

3.1

临界电流 critical current

I_c

在超导体中,被认为是无阻通过的最大直流电流。

注: I_c 是磁场强度和温度的函数。

[GB/T 13811—2003 中 815-03-01]

3.2

临界电流判据 critical current criterion

I_c 判据 I_c criterion

根据电场强度 E 或电阻率 ρ 确定临界电流 I_c 的判据。

注: 常用的电场强度判据为 $E=10 \mu\text{V}/\text{m}$ 或 $E=100 \mu\text{V}/\text{m}$, 电阻率判据为 $\rho=10^{-14} \Omega \cdot \text{m}$ 或 $\rho=10^{-13} \Omega \cdot \text{m}$ 。

[GB/T 13811—2003 中 815-03-02]