



中华人民共和国国家标准

GB/T 22587—2017/IEC 61788-5:2013
代替 GB/T 22587—2008

基体与超导体体积比测量 铜-铌钛(Cu/Nb-Ti)复合超导线 铜-超[体积]比的测量

**Matrix to superconductor volume ratio measurement—Copper to
superconductor volume ratio of Cu/Nb-Ti composite superconducting wires**

(IEC 61788-5:2013, Superconductivity—Part 5: Matrix to superconductor
volume ratio measurement—Copper to superconductor volume
ratio of Cu/Nb-Ti composite superconducting wires, IDT)

2017-12-29 发布

2018-04-01 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 | I |
| 引言 | II |
| 1 范围 | 1 |
| 2 规范性引用文件 | 1 |
| 3 术语和定义 | 1 |
| 4 原理 | 1 |
| 5 化学药品 | 2 |
| 6 装置 | 2 |
| 7 测量步骤 | 2 |
| 7.1 样品的质量 | 2 |
| 7.2 去除绝缘覆层 | 2 |
| 7.3 清洗 | 2 |
| 7.4 干燥 | 3 |
| 7.5 样品质量测量及其重复测量 | 3 |
| 7.6 铜的溶解 | 3 |
| 7.7 Nb-Ti 丝的清洗及干燥 | 3 |
| 7.8 溶解后样品质量的测量及其重复测量 | 3 |
| 7.9 用第二个样品重复测量过程 | 4 |
| 8 结果的计算 | 4 |
| 9 测试方法的不确定度 | 4 |
| 10 测试报告 | 5 |
| 10.1 测试样品的标识 | 5 |
| 10.2 铜-超[体积]比报告 | 5 |
| 10.3 测试条件报告 | 5 |
| 附录 A (规范性附录) 铜-超[体积]比——铜质量法 | 6 |
| 附录 B (资料性附录) 基于 Nb-Ti 比例的密度 | 8 |
| 附录 C (资料性附录) 绝缘覆层的机械去除 | 9 |
| 附录 D (资料性附录) 样品的二次腐蚀 | 10 |
| 附录 E (资料性附录) 关于不确定度 | 11 |
| 附录 F (资料性附录) Cu/Nb-Ti 复合超导体铜-超[体积]比测试方法的不确定度评定 | 15 |
| 参考文献 | 19 |

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 22587—2008《基体与超导体体积比测量 Cu/Nb-Ti 复合超导体铜-超[体积]比的测量》。与 GB/T 22587—2008 相比,主要技术变化如下:

- 用术语“不确定度”代替了“准确度”和“精确度”;
- “铜的溶解”一章,删除原有的“注 1”“注 2”,原来的“注 4”纳入正文;
- 附录 A 由 6 章扩充到 9 章,增加了“概述”“去除绝缘覆层、清洁、干燥”和“用第二个样品重复过程”3 章;
- 附录 B 的标题由“Nb-Ti 的密度”改成“基于 Nb-Ti 比例的密度”,增加了表头“表 B.1 Nb-Ti 的密度”,并且修订了“注 2”;
- 增加了资料性附录 E “关于不确定度”;
- 增加了资料性附录 F “Cu/Nb-Ti 复合超导体铜-超[体积]比测试方法的不确定度评定”;
- 增加了“参考文献”。

本标准使用翻译法等同采用 IEC 61788-5:2013(Ed.2.0)《超导电性 第 5 部分:基体与超导体体积比测量 铜-铌钛(Cu/Nb-Ti)复合超导线铜-超[体积]比的测量》。

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 13811—2003 电工术语 超导电性(eqv IEC 60050-815:2000)

本标准做了如下编辑性修改:

- 本标准的名称中去掉了“超导电性 第 5 部分:”字样以便与现有的标准系列一致。

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这些专利的责任。

本标准由中国科学院提出。

本标准由全国超导标准化技术委员会(SAC/TC 265)归口。

本标准起草单位:西部超导材料科技股份有限公司、中国科学院物理研究所、西北有色金属研究院、北京有色金属研究总院、华北电力大学。

本标准主要起草人:冯冉、严凌霄、李洁、张平祥、闫果、郑明辉、王银顺。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为:

- GB/T 22587—2008。

引 言

在复合超导体中,铜-超[体积]比主要用于计算超导线材的临界电流密度。用本标准给出的方法测试,可提供决定某一特定超导体适用性所需要的一些信息。本标准有助于 Cu/Nb-Ti 复合超导线的质量控制、验收检验或试验研究。

本标准测试方法的前提条件是已知 Nb-Ti 的密度,或者已知 Nb-Ti 合金的体积分数,可以依据附录 B 估算其密度。如果 Nb-Ti 密度、Nb-Ti 合金和/或 Nb 阻隔层的体积分数未知,附录 A 提供了可确定复合超导体中铜-超[体积]比的另一种方法。

基体与超导体体积比测量

铜-铌钛(Cu/Nb-Ti)复合超导线

铜-超[体积]比的测量

1 范围

本标准规定了 Cu/Nb-Ti 复合超导线中铜-超[体积]比的测试方法。

本方法和附录 A 中提供的可选方法适用于截面积为 $0.1 \text{ mm}^2 \sim 3 \text{ mm}^2$ 、Nb-Ti 丝直径为 $2 \mu\text{m} \sim 200 \mu\text{m}$ ，铜-超[体积]比不小于 0.5 的 Cu/Nb-Ti 复合超导线。

本标准的 Cu/Nb-Ti 复合测试导体具有圆形或矩形截面的单一化结构。本标准采用硝酸溶解铜，给出了常规测试所允许的偏差和其他具体的限定。

截面积、丝直径和铜-超[体积]比超出本范围的 Cu/Nb-Ti 复合超导线，也可以使用本方法测量，但不确定度将降低。此外，特殊的情况下，对于超出规定范围的导体，测试样品可能存在特殊的几何形状，但为了简化及保持低不确定度，本标准不涉及此类问题。

经过适当的修正，本标准给出的测试方法可以应用于其他复合超导线。

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。

IEC 60050-815 国际电工术语 第 815 部分：超导电性 (International electrotechnical vocabulary—Part 815: Superconductivity)

3 术语和定义

IEC 60050-815 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

铜-超[体积]比 **copper to superconductor volume ratio**

稳定化材料铜的体积与由 Nb-Ti 丝和 Nb 阻隔层组成的非铜体积的比值。

4 原理

本测试方法是利用 Cu/Nb-Ti 复合超导线中铜可溶解于硝酸、而 Nb-Ti 丝和 Nb 阻隔层不溶于硝酸的特性。

测量样品质量后，将其浸泡在硝酸溶液中仅使铜被溶解。

随后测量剩余的 Nb-Ti 丝和 Nb 阻隔层的质量。

利用初始线材的体积和质量以及丝的质量来确定铜-超[体积]比。需要时，不同比例的 Nb-Ti 丝密度参见附录 B。