



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 31522—2015/IEC 61788-12:2013

---

## 基体与超导体体积比测试 Nb<sub>3</sub>Sn 复合超导线铜与非铜体积比

**Matrix to superconductor volume ratio measurement—  
Copper to non-copper volume ratio of Nb<sub>3</sub>Sn composite superconducting wires**

(IEC 61788-12:2013, Superconductivity—Part 12: Matrix to superconductor volume ratio measurement—Copper to non-copper volume ratio of Nb<sub>3</sub>Sn composite superconducting wires, IDT)

2015-05-15 发布

2015-12-01 实施

---

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布  
中国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 术语与定义 .....	1
4 原理 .....	1
5 装置 .....	1
6 测量步骤 .....	2
6.1 样品制备 .....	2
6.2 测量 .....	2
6.3 第二个样品的测试过程 .....	3
6.4 纸张质量 .....	3
7 结果的计算 .....	3
8 测试方法的不确定度 .....	3
9 测试报告 .....	3
9.1 铜与非铜体积比报告 .....	3
9.2 测试样品的标识 .....	4
附录 A (规范性附录) 测量 图像处理法 .....	5
附录 B (规范性附录) 测量 铜质量法 .....	6
附录 C (规范性附录) 求积仪测量法 .....	7
附录 D (资料性附录) 样品的抛光方法 .....	8
附录 E (资料性附录) Nb <sub>3</sub> Sn 成相热处理前后铜与非铜体积比的差异 .....	9
附录 F (资料性附录) 复印时纸张质量偏差 .....	10
附录 G (资料性附录) Cu/Nb <sub>3</sub> Sn 线材横截面 .....	11
附录 H (资料性附录) 不确定度考虑 .....	12
附录 I (资料性附录) Nb <sub>3</sub> Sn 复合超导线铜与非铜体积比测试方法的不确定度评定 .....	16
参考文献 .....	21

## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准使用翻译法等同采用 IEC 61788-12:2013(Ed.2.0)《超导电性 第 12 部分:基体与超导体体积比测试 Nb<sub>3</sub>Sn 复合超导导线铜与非铜体积比》。

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(IEC 60050-815:2000,MOD);

——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(IEC 61788-5:2000,MOD)。

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。

本标准主要起草人:张科、冯冉、刘宜平、熊晓梅、郑明辉、王大友。

## 引 言

铜与非铜体积比是表征超导线两个重要特性参量,即临界电流密度和线材稳定性的一个重要参数。本标准规范了铜为稳定材料的多芯  $\text{Nb}_3\text{Sn}$  复合超导线(以下称为  $\text{Cu}/\text{Nb}_3\text{Sn}$  线材)铜与非铜体积比的测试方法。

根据稳定材料布局不同, $\text{Cu}/\text{Nb}_3\text{Sn}$  线材可以划分成四类(见附录 G):外稳定型、内稳定型、分散稳定型、环绕稳定型。本标准规定的测试方法适用于各种加工工艺制成的外稳定型或内稳定型线材。

这些测试方法包括纸张称重法、图像处理法等,如:

纸张称重法,此方法需要将线材截面照片描在描图纸或复印在纸上,再将不同部分剪开并称重。

图像处理法,此方法采用软件对线材截面照片进行分析。

铜质量法,此方法采用硝酸溶解去除样品的铜只剩下非铜部分,测量样品的质量和非铜部分质量。

内稳定型  $\text{Cu}/\text{Nb}_3\text{Sn}$  线材与铜基 Nb-Ti 线不同,它不适合应用铜质量法,因为它的内部结构会妨碍铜的溶解和去除。

本标准正文所涉及的是最常用的纸张称重法。 $\text{Cu}/\text{Nb}_3\text{Sn}$  线材适用的其他方法,图像处理法和铜质量法分别在附录 A 与附录 B 中介绍,附录 C 中介绍了求积仪法,附录 D 则介绍了一种抛光方法的实例。

# 基体与超导体体积比测试

## Nb<sub>3</sub>Sn 复合超导线铜与非铜体积比

### 1 范围

本标准规定了 Cu/Nb<sub>3</sub>Sn 线材铜与非铜体积比的测试方法。

本标准适用于横截面积为 0.1 mm<sup>2</sup> ~ 3.0 mm<sup>2</sup>, 铜与非铜体积比大于或等于 0.1 的 Nb<sub>3</sub>Sn 复合超导线。本标准对芯丝直径不作要求, 但不适用于 Sn、Cu-Sn 合金、阻隔层材料或是其他非铜部分弥散在铜基体中的超导线材, 也不适用于稳定材料分散的超导线材。另外, 铜与非铜体积比的测量在 Nb<sub>3</sub>Sn 成相热处理前或后均可以进行(参见附录 E)。

本标准的 Cu/Nb<sub>3</sub>Sn 线材具有圆形或矩形截面的一体化结构。

尽管不确定度有所增加, 本标准测试方法对横截面积和铜与非铜体积比超出本标准规定范围的 Cu/Nb<sub>3</sub>Sn 线材也适用。

经过适当修正, 本标准给出的测试方法可应用于其他复合超导线材。

### 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)

IEC 61788-5 超导电性 第 5 部分: 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 (Superconductivity—Part 5: Matrix to superconductor volume ratio measurement—Copper to superconductor volume ratio of Cu/Nb-Ti composite superconductors)

### 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

**铜与非铜体积比 copper to non-copper volume ratio**

Cu/Nb<sub>3</sub>Sn 线材的铜与非铜体积比定义为线材稳定材料铜区与线材非铜区的体积比。

### 4 原理

本标准采用的方法原理描述如下: 用金相显微镜拍摄一张线材试样的抛光截面照片, 并在描图纸上描绘或使用复印机复印。然后按区剪开并测量不同部分质量, 进而计算出铜与非铜体积比。

### 5 装置

测试所需装置包括: