



中华人民共和国国家标准

GB/T 25897—2020/IEC 61788-4:2020
代替 GB/T 25897—2010

剩余电阻比测量 铌-钛(Nb-Ti) 和铌三锡(Nb₃Sn)复合超导体 剩余电阻比测量

**Residual resistance ratio measurement—Residual resistance ratio of
Nb-Ti and Nb₃Sn composite superconductors**

(IEC 61788-4:2020, Superconductivity—Part 4: Residual resistance
ratio measurement—Residual resistance ratio of Nb-Ti and Nb₃Sn
composite superconductors, IDT)

2020-12-14 发布

2021-07-01 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	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 原则	2
5 装置	2
5.1 圆柱形或平板状样品架材料	2
5.2 圆柱形样品架的直径和平板状样品架的长度	2
5.3 测量样品电阻(R_2)的低温恒温容器	2
6 样品准备	3
7 数据采集和分析	3
7.1 室温电阻(R_1)	3
7.2 刚超过超导转变温度时的电阻(R_2 或 R_2^*)	3
7.3 Nb-Ti 复合超导体 R_2^* 测量值的弯曲应变修正	5
7.4 剩余电阻比(RRR)	5
8 测试方法的不确定度和稳定性	6
8.1 温度	6
8.2 电压	6
8.3 电流	6
8.4 尺寸	6
9 测试报告	6
9.1 RRR 值	6
9.2 样品	6
9.3 测试条件	7
附录 A (资料性附录) 有关 RRR 测量的附加信息	8
附录 B (资料性附录) 不确定度考虑	14
附录 C (资料性附录) Nb-Ti 和 Nb ₃ Sn 复合超导体 RRR 值测试方法的不确定度评定	18
参考文献	23

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 25897—2010《超导电性：铌-钛复合超导体剩余电阻比测定》，与 GB/T 25897—2010 相比，主要技术变化如下：

- 增加了铌三锡(Nb₃Sn)剩余电阻比的测量方法(见全文)；
- 修改了样品准备时两电压接点之间的最小距离,由 25 mm 变化为 15 mm(见第 6 章,2010 年版的第 6 章)；
- 修改了测量室温电阻时通入电流的电流密度,由 0.1 A/mm²~1 A/mm² 变化为 0.1 A/mm²~2 A/mm²(见 7.1,2010 年版的 7.1)；
- 修改了附录 A 的内容(A.1 是 2010 年版的 A.6;A.3 是 2010 年版的 A.4,且增加了 b)及 e)中的 4);A.4 是 2010 年版的 A.1;删除了 2010 年版的 A.3)；
- 替换了附录 B 的大部分内容(删除了 2010 年版的 B.2 中的术语和定义,增加了 B.3 和 B.4)；
- 增加了附录 C。

本标准使用翻译法等同采用 IEC 61788-4:2020《超导 第 4 部分:剩余电阻比测量 铌-钛(Nb-Ti)和铌三锡(Nb₃Sn)复合超导体剩余电阻比测量》。

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 2900.100—2017 电工术语 超导电性(IEC 60050-815:2015,IDT)。

本标准做了下列编辑性修改：

- 将标准名称修改为《剩余电阻比测量 铌-钛(Nb-Ti)和铌三锡(Nb₃Sn)复合超导体剩余电阻比测量》。

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、有研工程技术研究院有限公司、华中科技大学、广东电网有限责任公司电力科学研究所、中国科学院等离子体物理研究所。

本标准主要起草人:朱燕敏、武博、冯冉、王菲菲、李洁、郑明辉、谭运飞、宋萌、刘华军。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

- GB/T 25897—2010。

引 言

在铌-钛(Nb-Ti)和铌三锡(Nb₃Sn)复合超导体中,铜(Cu)、铜/铜-镍(Cu/Cu-Ni)或铝(Al)既作为基体材料,同时又作为一种稳定化材料。当超导体局部失超时,它可起分流作用,并能把超导体内产生的热量传导至周围的冷却介质中,从而使超导体有可能恢复其超导性能。因此低温下基体材料的电阻率是复合超导材料的一个重要特性指标,它关系到超导材料的稳定性和交流损耗。剩余电阻比定义为复合超导体在室温时的电阻值与刚超过超导转变温度时的电阻值之比。

本标准规定了 Nb-Ti 和 Nb₃Sn 复合超导体剩余电阻比的测试方法。复合超导体刚超过超导转变温度时的电阻值使用曲线法测量。其他测量该电阻值的方法在 A.3 说明。

剩余电阻比测量 铌-钛(Nb-Ti) 和铌三锡(Nb₃Sn)复合超导体 剩余电阻比测量

1 范围

本标准规定了无应变、无外加磁场条件下铜(Cu)、铜-镍(Cu-Ni)、铜/铜-镍(Cu/Cu-Ni)基体和铝(Al)基体的铌-钛(Nb-Ti)和铌三锡(Nb₃Sn)复合超导体剩余电阻比(RRR)的测试方法。本标准适用于剩余电阻比值低于350、横截面小于3 mm²、具有矩形或圆形横截面的一体化超导体的剩余电阻比的测量。对于Nb₃Sn复合超导体,样品经反应热处理。

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(IEV) 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。

ISO 和 IEC 维护用于标准化的术语数据库,地址如下:

- IEC 电工百科:<http://www.electropedia.org>
- ISO 在线浏览平台:<http://www.iso.org/obp>

3.1

剩余电阻比 residual resistance ratio; RRR

室温时的电阻值与刚超过超导转变温度时的电阻值之比。

注:本标准规定,Nb-Ti 和 Nb₃Sn 复合超导体在 293 K(20 °C)时的电阻为室温电阻。复合超导体的剩余电阻比按公式(1)计算。

$$r_{RRR} = \frac{R_1}{R_2} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

r_{RRR} —— 复合超导体的剩余电阻比;

R_1 —— 复合超导体在 293 K(20 °C)时的电阻;

R_2 —— 在无应变、无外加磁场条件下测量的复合超导体刚超过超导转变温度时的电阻。

图 1 给出了低温下样品电阻随温度变化的测量曲线示意图。