



中华人民共和国国家标准

GB/T 38841—2020/IEC 61788-19:2013

力学性能测量 反应后的 Nb_3Sn 复合超导线室温拉伸试验方法

**Mechanical properties measurement—Room temperature tensile test of
reacted Nb_3Sn composite superconductors**

(IEC 61788-19: 2013, Superconductivity—Part 19: Mechanical properties
measurement—Room temperature tensile test of reacted
 Nb_3Sn composite superconductors, IDT)

2020-06-02 发布

2020-12-01 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 原理	2
5 装置	2
5.1 总则	2
5.2 试验机	2
5.3 引伸计	3
6 试样制备	3
6.1 总则	3
6.2 试样长度	3
6.3 绝缘层去除	3
6.4 横截面积(S_0)测量	3
7 测试条件	3
7.1 试样夹持	3
7.2 引伸计安装	3
7.3 测试速度	4
7.4 测试	4
8 结果计算	5
8.1 弹性模量(E)	5
8.2 0.2%规定塑性延伸强度($R_{p0.2-0}$ 和 $R_{p0.2-U}$)	6
9 测量不确定度	6
10 测试报告	6
10.1 试样	6
10.2 结果	7
10.3 测试条件	7
附录 A (资料性附录) 第 1 章~第 10 章的相关附加信息	8
附录 B (资料性附录) 不确定度考虑	18
附录 C (资料性附录) 力学测试相关范例	22
参考文献	29

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 61788-19:2013《超导电性 第 19 部分:力学性能测量 反应后的 Nb₃Sn 复合超导线室温拉伸试验方法》。

与本标准中规范性引用文件有一致性对应关系的我国文件如下:

- GB/T 228.1—2010 金属材料 拉伸试验 第 1 部分:室温试验方法 (ISO 6892-1:2009, MOD)
- GB/T 2900.100—2017 电工术语 超导电性 (IEC 60050-815:2015, IDT)
- GB/T 12160—2019 金属材料 单轴试验用引伸计系统的标定 (ISO 9513:2012, IDT)
- GB/T 13634—2019 金属材料 单轴试验机检验用标准测力仪的校准 (ISO 376:2011, IDT)
- GB/T 16825.1—2008 静力单轴试验机的检验 第 1 部分:拉伸和(或)压力试验机 测力系统的检验与校准 (ISO 7500-1:2004, IDT)

本标准做了下列编辑性修改:

- 修改了标准名称。

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、广东电网有限责任公司、中国科学院物理研究所、中国科学院高能物理研究所、中国科学院电工研究所。

本标准主要起草人:郭强、宋萌、冯冉、李洁、李超、徐庆金、孙万硕。

引 言

Cu/Nb₃Sn 超导导线是多芯复合超导材料,可以采用不同的方法制备:第一种是青铜法,将 Nb/Nb 合金细丝嵌入青铜基体、阻隔层和铜稳定体中。第二种是内锡法,由含锡层的多芯细丝、阻隔层和铜稳定体组成。第三种是粉末装管法,Nb/Nb 合金管内填充富锡粉末,并嵌入铜稳定体中。

所有类型的 Nb₃Sn 复合线的制备工艺共同点是,达到最终成品线尺寸后,需经过数天热处理形成 Nb₃SnA15 相,热处理可以是一次或多次且最后一次热处理温度在 640 °C 左右或以上。该超导相很脆,易导致芯丝断裂,并伴随着超导性能的降低。

商业复合超导导线具有高电流密度和小横截面积的特点,其主要应用于制作超导磁体,可以将超导体绕制在骨架上,然后与骨架一起进行热处理(先绕制后反应),也可以先把超导体进行热处理,然后再绕制成磁体(先反应后绕制)。绕制磁体时,复杂的应力会施加在磁体绕组上,因此在实际制造过程中,较少采用先反应后绕制的方法。

如果需要测试反应之前的、尚未形成超导相的复合超导体的力学性能,也可以采用本标准,或者采用 IEC 61788-6。

当磁体通电励磁时,由于超导线的电流密度大,导线上会受到很大的电磁力。若采用先反应后绕制的磁体制备方法,绕组的应变和应力水平将受到很大的限制。

因此,确定反应后的处于超导相的 Nb₃Sn 复合超导线的力学性能是制作超导磁体的先决条件。

力学性能测量 反应后的 Nb₃Sn 复合超导线室温拉伸试验方法

1 范围

本标准规定了反应后的 Cu/Nb₃Sn 复合超导线室温拉伸试验方法原理、装置、试样制备、测试条件、结果计算、测量不确定度、测试报告。

本试验方法用于通过应力-应变曲线来测量弹性模量和规定塑性延伸强度(由复合体中铜和铜锡组分的屈服而产生)。

另外,弹性极限、抗拉强度、断后伸长率可由本方法测量。根据国际循环比对试验报告,弹性极限和断后伸长率的测量具有很大不确定度,因此,这些物理量为选测。

本标准适用于测量横截面积在 0.15 mm²~2.0 mm²,铜-非铜体积比在 0.2~1.5 之间的圆形或矩形截面的无绝缘覆层试样。

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。

ISO 376 金属材料 单轴试验机检验用标准测力仪的校准 (Metallic materials—Calibration of force-proving instruments used for the verification of uniaxial testing machines)

ISO 6892-1 金属材料 拉伸试验 第 1 部分:室温试验方法 (Metallic materials—Tensile testing—Part 1: Method of test at room temperature)

ISO 7500-1 金属材料 静力单轴试验机的检验 第 1 部分:拉伸和(或)压力试验机 测力系统的检验与校准 (Metallic materials—Verification of static uniaxial testing machines—Part 1: Tension/compression testing machines—Verification and calibration of the force-measuring system)

ISO 9513 金属材料 单轴试验用引伸计的标定 (Metallic materials—Calibration of extensometers used in uniaxial testing)

IEC 60050(所有部分) 国际电工术语(International electrotechnical vocabulary)

3 术语和定义

IEC 60050-815 和 ISO 6892-1 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

拉伸应力 tensile stress

R

试验期间任一时刻的拉力除以试样原始横截面积之商。

3.2

应变 strain

A

试验期间任一时刻的位移增量除以引伸计的初始标距之商。