



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 42472—2023/IEC 61788-24:2018

---

## 临界电流测量 银包套 Bi-2223 超导线室温双弯曲后的 保留临界电流

Critical current measurement—Retained critical current after  
double bending at room temperature of Ag-sheathed  
Bi-2223 superconducting wires

(IEC 61788-24:2018, Superconductivity—Part 24: Critical current  
measurement—Retained critical current after double bending at room  
temperature of Ag-sheathed Bi-2223 superconducting wires, IDT)

2023-03-17 发布

2023-10-01 实施

国家市场监督管理总局  
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 装置 .....	2
5.1 总则 .....	2
5.2 弯曲心轴 .....	2
5.3 临界电流测量骨架 .....	2
5.4 临界电流测量系统 .....	2
6 样品准备和安装 .....	2
6.1 样品长度 .....	2
6.2 样品安装 .....	3
7 测量步骤 .....	3
7.1 临界电流测量 .....	3
7.2 双弯曲 .....	4
7.3 弯曲后的临界电流 .....	4
8 结果计算 .....	4
8.1 临界电流判据 .....	4
8.2 $n$ -值(可选) .....	4
9 测试报告 .....	4
9.1 测试样品的标识 .....	4
9.2 $I_c$ 值和/或保留 $I_c$ 比率报告 .....	5
9.3 $I_c$ 测试条件报告 .....	5
附录 A (资料性) 与本文件的第 1 章~第 9 章相关的附加信息 .....	6
附录 B (资料性) 双弯曲后保留临界电流合成标准不确定度的评定 .....	12
参考文献 .....	17

## 前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件等同采用 IEC 61788-24:2018《超导电性 第 24 部分：临界电流测量 银包套 Bi-2223 超导线材室温双弯曲后的保留临界电流》。

本文件做了下列最小限度的编辑性改动：

——由《临界电流测量 银包套 Bi-2223 超导带材室温双弯曲后的剩余临界电流》改为《临界电流测量 银包套 Bi-2223 超导线双弯曲后的保留临界电流》。

本文件由中国科学院提出。

本文件由全国超导标准化技术委员会(SAC/TC 265)归口。

本文件起草单位：中国科学院电工研究所、中国科学院物理研究所、中国电力科学研究院有限公司、西部超导材料科技股份有限公司、中国科学院等离子体物理研究所、上海上创超导科技有限公司、富通集团(天津)超导技术应用有限公司。

本文件主要起草人：张国民、靖立伟、史越、张东、丘明、高慧贤、刘方、张永军、曹雨军。

## 引 言

高温超导体发现 30 多年,因其临界温度高、载流密度高等优势,已成为电力、电子、交通运输等领域的重要基础材料;随着国家碳达峰与碳中和目标的提出,发展新型能源电力技术已成为迫切需求,超导材料与技术被认为是这一技术变革中可选的基础材料和技术。目前,商业化的高温超导材料主要为 YBCO 与 Bi-SCCO,其中 Bi-2223 带材为最早商业化的第一代高温超导带材,用于超导磁体与超导电力设备的研究较多。Bi-2223 超导带材高的临界温度与热稳定性,使其更适合于超导电力电缆等弱磁场应用。由于高温超导材料为氧化物陶瓷,机械特性较差,虽然商业化的超导带材通过金属合金包覆加强等技术制成了复合导体,提升了其机械性能,但仍存在临界拉伸、弯曲值。而在超导装置绕制过程中,超导带材难免受到弯曲或拉伸,且绕制过程通常是在室温场景下进行,因此研究室温弯曲对超导带材载流特性的影响具有重要的意义。

本文件包含临界电流测量和双弯曲过程两种基本技术。

# 临界电流测量

## 银包套 Bi-2223 超导线室温双弯曲后的 保留临界电流

### 1 范围

本文件描述了 Bi-2223 氧化物超导体短直样品室温双弯曲后临界电流的测试方法。样品为具有扁平或方形结构的单芯或多芯银和/或银包套超导线材。超导线材可以采用铜合金、不锈钢或镍合金带叠层封装。

本文件适用于临界电流小于 300 A、 $n$ -值大于 5 的超导体。室温双弯曲后临界电流的测试在无外加磁场的条件下进行,样品浸泡在开放液氮中。

### 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;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 国际电工词汇(IEV) 第 815 部分:超导电性(International electrotechnical vocabulary(IEV)—Part 815:Superconductivity)

注: GB/T 2900.100—2017 电工术语 超导电性(IEC 60050-815:2015, IDT)

注: 在 <http://www.electropedia.org/> 可获得该文件。

### 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 维护的用于标准化的术语数据库,地址如下:

——IEC Electropedia: 可从 <http://www.electropedia.org/> 获取

——ISO 在线浏览平台: 可从 <http://www.iso.org/obp> 获取

#### 3.1

##### 双弯曲 **double bending**

在一个方向上弯曲到一定直径,然后在相反的方向弯曲到相同直径。

注 1: 弯曲直径定义为弯曲心轴的直径。

注 2: 弯曲直径原则上定义为心轴直径和超导体厚度之和。但在工程中,也需要考虑超导线所经滚轮的最小直径。

#### 3.2

##### 恒定速率升流法 **constant sweep rate method**

以恒定升流速率为样品提供直流电流,使电流从零升到略大于临界电流  $I_c$  的过程中,同时连续或以一定的采样频率采集  $U-I$  数据的方法。

#### 3.3

##### 升流-恒流-升流法 **ramp-and-hold method**

沿  $U-I$  曲线设定多个恰当的电流分布点,使电流从一个设定点升流到另一个设定点后,保持一定时间的恒流,同时记录若干相应的电流和电压值,然后继续升流到后续设定点,以获得  $U-I$  数据的方法。