



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 39722—2020/IEC 61788-22-1:2017

---

## 超导电子器件 传感器和探测器通用规范

Superconducting electronic devices—  
Generic specification for sensors and detectors

(IEC 61788-22-1:2017, Superconductivity—Part 22-1: Superconducting  
electronic devices—Generic specification for sensors and detectors, 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 .....                      | 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 符号 .....                    | 4   |
| 5 术语和分类 .....                 | 4   |
| 5.1 术语 .....                  | 4   |
| 5.2 分类 .....                  | 7   |
| 6 低温工作条件 .....                | 8   |
| 7 标记 .....                    | 8   |
| 7.1 器件识别 .....                | 8   |
| 7.2 包装 .....                  | 8   |
| 8 测试和测量步骤 .....               | 8   |
| 附录 A (资料性附录) 相干探测 .....       | 9   |
| A.1 超导热电子测辐射热计(SHEB)类型 .....  | 9   |
| A.2 超导隧道结(STJ)类型 .....        | 10  |
| A.3 超导量子干涉器件(SQUID)类型 .....   | 10  |
| 附录 B (资料性附录) 直接探测 .....       | 12  |
| B.1 金属磁热量计(MMC)类型 .....       | 12  |
| B.2 微波动态电感(MKI)类型 .....       | 12  |
| B.3 超导带线(SS)类型 .....          | 13  |
| B.4 超导隧道结(STJ)类型 .....        | 14  |
| B.5 转变边传感器(TES)类型 .....       | 15  |
| 附录 C (规范性附录) 设备和图表用图形符号 ..... | 17  |
| C.1 超导区域,单端超导连接 .....         | 17  |
| C.2 超导区域,单端常导连接 .....         | 17  |
| C.3 正常态-超导态边界 .....           | 17  |
| C.4 一种变形的连接形式 .....           | 17  |
| C.5 约瑟夫森结 .....               | 18  |
| 参考文献 .....                    | 19  |
| 图 A.1 SHEB 混频器 .....          | 9   |

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 图 A.2 | STJ 混频器 .....  | 10 |
| 图 A.3 | 直流 SQUID .....   | 11 |
| 图 B.1 | MMC 探测器 .....  | 12 |
| 图 B.2 | MKI 探测器 .....  | 13 |
| 图 B.3 | SS 探测器 .....   | 14 |
| 图 B.4 | STJ 探测器 .....  | 15 |
| 图 B.5 | TES 探测器 .....  | 16 |
| 图 C.1 | 超导区域,单端超导连接 .....  | 17 |
| 图 C.2 | 超导区域,单端常导连接 .....  | 17 |
| 图 C.3 | 超导区域,一端超导连接和一端常导连接(正常态-超导态边界,<br>见 IEC 60417-6370:2016-09) ..... | 17 |
| 图 C.4 | 串联连接 .....   | 18 |
| 图 C.5 | 超导区域,两端超导由非常小的非超导区域连接(约瑟夫森结,<br>见 IEC 60417-6371:2016-09) .....  | 18 |
| 表 1   | 被测量 .....  | 4  |
| 表 2   | 被测量的分类 .....   | 5  |
| 表 3   | 超导传感器和探测器命名法:类型、全称和英文缩写范例 .....                                  | 6  |
| 表 4   | 探测原理分类 .....   | 7  |

## 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 61788-22-1:2017《超导电性 第 22-1 部分:超导电子器件 传感器和探测器通用规范》。

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 2987 电子管参数符号 (IEC 60027 (all parts), NEQ)
- GB/T 2900.100—2017 电工术语 超导电性 (IEC 60050-815:2015, IDT)
- GB 3100—1993 国际单位制及应用 (ISO 1000:1992, EQV)
- GB/T 4728(所有部分) 电气简图用图形符号 [IEC 60617]
- GB/T 5465(所有部分) 电气设备用图形符号 第 1 部分:概述与分类 (IEC 60417)
- GB/T 16273(所有部分) 设备用图形符号 第 1 部分:通用符号 (ISO 7000)

本标准做了下列编辑性修改:

- 将标准名称修改为《超导电子器件 传感器和探测器通用规范》。
- 在 5.2 下增加了一个注释对“相干检测”做出说明。

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:浙江赋同科技有限公司、中国科学院上海微系统与信息技术研究所、中国科学院物理研究所、南京大学、南开大学。

本标准主要起草人:尤立星、李洁、张彩虹、张国峰、季鲁、杨晓燕。

## 引 言

超导特性如超导能隙、窄超导态-正常态转变、非线性电流-电压曲线、超导相干态、磁通量子化等，会受到电磁场、光子、离子等的影响。利用这些不同超导特性已研发出多种超导传感器和探测器。它们在能量分辨、时间响应、噪声特性等方面具有其他非超导器件难以实现的极高性能。

“传感器”一词通常是指用来测量静态或缓变电磁场、电流和温度等物理量的器件或装置。而“探测器”则通常是指对单量子状态进行观测和记录的装置，例如从红外到 $\gamma$ 射线的光子、单粒子等。但是，“传感器”与“探测器”之间的边界是模糊的。因此，在本文档中两个词都会用到。另外，将传感器用于探测器也是可行的，例如将超导转变边传感器(TES)用于X射线探测器，通过测量由被测量能量累积导致的温升实现探测。因此，在本标准中用术语“超导转变边传感器X射线探测器”来表示利用TES实现X射线探测的器件或装置。

超导传感器和探测器已应用于很多领域，包括医学诊断、通讯、矿产勘测、天文仪器、量子信息处理以及分析仪器等。对用户而言，目前缺乏统一的相关专业术语、图例符号和测试方法等的规范，因此很有必要建立统一的标准化文件。

# 超导电子器件

## 传感器和探测器通用规范

### 1 范围

本标准给出了超导传感器和探测器的通用规范,这些是 IEC 61788 其他部分中对各种类型传感器和探测器的规范的基础。所述传感器和探测器主要由超导材料组成并依赖于超导或相关现象。被测目标(物理量)包括磁场、电磁波、不同能量光子、电子、粒子、 $\alpha$  粒子及其他。

### 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 60027(所有部分) 电子管参数符号 (Letter symbols to be used in electrical technology)

IEC 60050-815 国际电工词汇 第 815 部分:超导电性 (International Electrotechnical Vocabulary—Part 815: Superconductivity)

IEC 60417 电气设备用图形符号 [Graphical symbols for use on equipment (见: <http://www.graphicalsymbols.org>)]

IEC 60617 电气简图用图形符号 [Graphical symbols for diagrams (见: <http://std.iec.ch/iec60617>)]

ISO 1000 国际单位制及应用 (SI units and recommendations for the use of their multiples and of certain other units)

ISO 7000 设备用图形符号 收录符号 [Graphical symbols for use on equipment—Registered symbols (见: <http://www.graphical-symbols.info>)]

### 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。

以下是 ISO 和 IEC 维护的用于标准化工作的术语库网址。

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

#### 3.1

**附加正反馈 additional positive feedback; APF**

利用电阻和 SQUID 环耦合线圈来提高电压-磁通变换率的方法。

#### 3.2

**临界电流调制系数 critical current modulation parameter**

$\beta_L$

对于直流 SQUID,  $\beta_L = 2LI_c/\Phi_0$ , 其中  $L$  为 SQUID 的垫圈电感,  $I_c$  为约瑟夫森结临界电流,  $\Phi_0$  是磁通量子;对于交流 SQUID,  $\beta_L = 2\pi LI_c/\Phi_0$ 。

注: 本系数也可称为“屏蔽系数”。