



本名词术语及定义适用于磁学计量工作中所涉及到的技术理论和技术方面的一些基本的,常用的磁学量和磁特性及其计量术语。

## 1 范围

本标准规程规定了磁性材料常用名词术语的定义。

本标准适用于各类磁性材料。

## 2 引用文献

下列标准所包含的条文,通过在本标准中引用而构成为本标准条文。本标准出版时,所示版本均有效。所有标准都会被修订,适用本标准的各方应探讨适用下列标准最新版本的可能性。

CEI/IEC 60050-221 International Standard / Magnetic materials and components

JJG 1013-89 磁学计量名词术语及定义(试行)

## 3 一般术语 general terms

### 3.1 场 field

可用数和(或)量表示的某一现象的空间分布。

### 3.2 磁场 magnetic field (1.2)

场的一种。由磁场强度矢量  $\vec{H}$  和磁通密度矢量  $\vec{B}$  这两个特征组成的电磁场。

### 3.3 磁通密度(磁感应强度) $\vec{B}$ magnetic flux density (magnetic induction) $\vec{B}$

一种无散轴矢量,它在空间任何点上定义了该点磁场,该矢量的值由作用于一定速度的带电粒子的力来决定,即力  $\vec{F}$  等于电荷量乘以速度下与磁通密度  $\vec{B}$  的矢量积。

$$\vec{F} = Q\vec{v} \times \vec{B}$$

注:

(1) 实际应用中,通常将穿过均匀磁化的磁体单位横截面积磁通称为磁通密度  $B$

$$B = \frac{\phi}{A}$$

式中  $\Phi$  是穿过磁体的磁通;  $A$  是磁体的横截面积,  $B$  由两个分量组成,一个由磁场  $H$  在磁体所在空间引起的分量  $\mu_0 H$ , 另一个由磁体自身磁化强度  $M$  引起的分量  $\mu_0 M$ , 也称为内禀磁通密度, 习惯用  $B_i$  表示。

$$B = B_i + \mu_0 H = \mu_0 (M + H)$$

(2) 当磁体在交变磁场作用下,一周期内磁通密度和内禀磁通密度的最大绝对值称为磁通密度的峰值  $\hat{B}$  和内禀磁通密度峰值  $\hat{B}_i$ 。

单位名称为特,单位符号为 T。

### 3.4 磁通 $\Phi$ magnetic flux $\Phi$

磁通密度的面积分。

单位名称为韦,单位符号为 Wb。

### 3.5 磁偶极子 (1) magnetic dipole (1)



在磁场中，一个可以用无限小的电流回路来描述的磁体。

### 3.6 磁偶极子 (2) magnetic dipole (2)

一个磁体，它在距离充分大于本身几何尺寸的一切点处产生的磁通密度都和一个有向平面电流回路所产生的相同。

注：磁体可以是任何电流回路，轨道或自旋运动的带电粒子或其任何组合，例如一个磁化了的物体。

### 3.7 磁常数 $\mu_0$ Magnetic constant $\mu_0$

其值等于  $4\pi \times 10^{-7} \text{ H/m}$  (亨每米) 的一个常数；是真空中磁通密度  $B$  与磁场强度  $H$  的比值，又称真空磁导率。

### 3.8 磁 (面积) 矩 $\vec{m}$ Magnetic (area) moment $\vec{m}$

一个与实在的磁偶极子关联的轴向量，对于平面电流回路，次矢量等于电流和回路面积之积，它的方向垂直于回路的平面且当顺着矢量的方向看去，电流沿顺时针方向流动。

注：

1 对于非平面回路，可将其面积投影到各个坐标平面上，得到相应于各投影面

的磁矩分量，这些分量的矢量和给出总磁矩。

2 任意一个由宏观电流回路和磁性材料组成的系统，例如一个磁心螺线 (管) 的磁矩是宏观电流回路的磁矩与磁性材料

内的原子磁矩 (轨道电流磁矩或自旋磁矩) 的矢量和，例如永磁体的磁矩完全由其本身的原子电流产生。

3 置于磁场中的电流回路所受到的转矩  $\vec{T}$  等于回路的磁矩与磁通密度的矢量积。

$$\vec{T} = \vec{m} \times \vec{B}$$

单位名称为安平方米，单位符号为  $A \cdot m^2$

### 3.9 磁化强度 $\vec{M}$ ( $\vec{H}$ ) Magnetization $\vec{M}$ ( $\vec{H}$ )

与材料体积有关的矢量，它等于体积内的总磁矩  $\sum \vec{m}$  除以该体积  $V$ 。

$$\vec{M} = \frac{\sum \vec{m}}{V}$$

注：如果是对物体的整个体积求和，则得到的是该物体的磁化强度。通常物体内部的磁化强度将随位置而变化，各点的磁化强度可以通过包含该点的微小体积内的磁矩求积而得到。

单位名称为安平方米，单位符号为  $A/m$

### 3.10 比磁化强度 $\sigma'$ Specific magnetization $\sigma'$

磁化强度  $\vec{M}$  除以材料的密度  $\rho$

注：因  $\sigma'$  随磁场强度而变，故需给定磁场强度值。

单位名称为安平方米每千克，单位符号为  $A \cdot m^2 / kg$

### 3.11 饱和磁化强度 ( $\vec{M}_s$ ) saturation magnetization

在给定的温度下，给定的材料能达到的磁化强度最大值。

单位名称为安每米，单位符号为  $A/m$

### 3.12 比饱和磁化强度 $\sigma$ specific saturation magnetization $\sigma$

饱和磁化强度  $\vec{M}_s$  除以材料的密度  $\rho$ 。

单位名称为安平方米每千克，单位符号为  $A \cdot m^2 / kg$

3.13 磁极化强度  $\vec{J}$  ( $\vec{B}_i$ ) magnetic polarization  $\vec{J}$  ( $\vec{B}_i$ )

是一个与材料体积有关的矢量，它等于其体积内的总磁偶极矩  $\sum \vec{j}$  除以该体积  $V$ 。

$$\vec{J} = \frac{\sum \vec{j}}{V}$$

注:  $\vec{J} = B - \mu_0 \vec{H} = \mu_0 \vec{M}$

单位名称为特，单位符号为 T

3.14 磁场强度  $\vec{H}$  magnetic field strength  $\vec{H}$ 

是与在磁场中任一点的磁通密度有关的轴矢量。在同一点上磁场强度  $\vec{H}$  的旋度  $\nabla \times \vec{H}$  与散度  $\nabla \cdot \vec{H}$  应同时满足下列方程:

$$\begin{aligned} \nabla \times \vec{H} &= \vec{J} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} \\ \nabla \cdot \vec{H} &= -\nabla \cdot \vec{M} \end{aligned}$$

式中  $\vec{J}$  是电流密度;  $\vec{D}$  是电通量密度(电位移);  $\vec{M}$  是该点的磁化强度。

注:

1 在没有电通量密度时, 上述表示结果变为

$$\oint \vec{H} \cdot ds = i$$

式中  $i$  是  $\vec{H}$  对磁路  $s$  的线积分所包围的总电流。

2 在磁化强度为  $\vec{M}$  的磁体中

$$\vec{H} = \frac{\vec{B}}{\mu_0} - \vec{M}$$

式中  $\vec{B}$  是磁通密度;  $\mu_0$  是磁常数。

3 当磁场随时间做对称周期变化时, 一周期内磁场强度最大绝对值称为磁场强度峰值  $\hat{H}$ ; 一周期内磁场强度的均匀根值称为磁场强度的有效值  $\tilde{H}$ 。

单位名称为安每米, 单位符号为 A/m

3.15 饱和磁极化强度 ( $J_s$ ) saturation magnetic polarization

在给定的温度下, 给定的材料能达到的磁极化强度最大值。

## 3.16 非晶态磁性材料 amorphous magnetic material

原子的排列不是晶体的长程有序, 而是短程有序的磁性材料。

3.17 磁偶极矩  $\vec{j}$  magnetic dipole moment  $\vec{j}$  (1.8)

其矢量数值由磁极化强度的体积积分来给出。

注:

1 磁偶极矩由  $\vec{j} = \mu_0 \vec{m}$  公式来表达,

2  $\mu_0$  —— 磁性常数

3  $\vec{m}$  —— 磁矩3.18 磁通势(磁动势)  $F$  ( $F_m$ ) magneto motive force  $F$  ( $F_m$ )

磁场强度  $\vec{H}$  沿一闭合曲线  $\vec{s}$  的线积分。

$$F = \oint \vec{H} \cdot d\vec{s}$$

单位名称为安, 单位符号为  $A$

3.19 磁阻  $R_m$  Reluctance  $R_m$ 

磁通势  $F$  除以相应的磁通  $\Phi$ 。

$$R_m = \frac{F}{\Phi}$$

单位名称为每亨, 单位符号为  $H^{-1}$

3.20 磁导  $\Lambda$  permeance  $\Lambda$ 

磁阻的倒数。

$$\Lambda = \frac{1}{R_m}$$

单位名称为亨, 单位符号为  $H$

3.21 磁化率  $k$  magnetic susceptibility  $k$ 

磁化率  $k$  与磁场强度  $\vec{H}$  的乘积等于磁化强度  $\vec{M}$ 。

$$\vec{M} = k\vec{H}$$

此量无量纲

3.22 绝对磁导率  $\mu$  absolute permeability  $\mu$ 

绝对磁导率  $\mu$  与磁场强度  $\vec{H}$  等于磁通密度  $\vec{B}$

$$\vec{B} = \mu\vec{H}$$

单位为亨每米, 单位符号为  $H/m$

3.23 磁阻率  $1/\mu$  reluctivity  $1/\mu$ 

磁导率的倒数。

注: 磁阻率可以用定义任何一种磁导率的方法来确定。

单位名称为米每亨, 单位符号为  $m/H$

## 3.24 磁畴 Domain

磁性材料内部自发磁化的大小和方向基本上是均匀一致的区域成为磁畴, 这一区域通常是很微小的。

## 3.25 磁致伸缩 magnetostriction

材料或物体在磁化过程中出现的弹性形变。

3.26 纵向磁致伸缩系数  $\lambda_L$  longitudinal magnetostriction coefficient  $\lambda_L$ 

当磁体由磁中性状态磁化到指定值(通常到饱和值)时, 沿磁场方向上其长度的相对变化。



$$\lambda_L = \frac{\Delta l_L}{l_L}$$

注：其饱和值称为饱和磁致伸缩系数  $\lambda_S$ 。

此量无量纲

### 3.27 横向磁致伸缩系数 $\lambda_T$ transverse magnetostriction coefficient $\lambda_T$

当磁体由磁中性状态磁化到指定值（通常到饱和值）时，沿垂直磁场方向上其长度的相对变化。

$$\lambda_T = \frac{\Delta l_T}{l_T}$$

此量无量纲

### 3.28 抗磁性 diamagnetism

在外磁场作用下，原子系统获得或趋向于获得与外磁场反向的磁矩的现象。

### 3.29 顺磁性 paramagnetism

是一种原子尺度大小的磁矩热无序运动排列引起的现象。在无外磁场作用时，磁矩呈无序排列，但当加上外磁场时，磁矩就获得或趋向于获得一个与外磁场方向相同的排列。

### 3.30 铁磁性 Ferromagnetism

在无外磁场作用时邻近原子的磁矩，由于相互作用，近似地排列在相同方向上的一种现象。

### 3.31 反铁磁性 Ant ferromagnetism

在无外磁场时，邻近相同的原子或离子的磁矩由于相互作用，以相互抵消的方式排列，致使总磁矩为零的一种现象。

### 3.32 亚铁磁性 ferrimagnetism

在无外加磁场时，邻近的原子或离子磁矩由于相互作用，以部份抵消的方式排列，致使有一个合成磁矩的现象。

### 3.33 超顺磁性 superparamagnetism

铁磁性或亚铁磁性微粒的尺寸小于一定值时，在一定温度下，由于热骚动的影响，是微利的行为类似于顺磁性，这些微粒的集体将呈现无磁滞的现象。

### 3.34 居里点(居里温度) $T_C$ curie point (curie temperature) $T_C$

是某一温度，在低于此温度时材料呈铁磁性或亚铁磁性，高于此温度时材料呈顺磁性。

注：磁性状态的改变不是突变的。因此，上述定义在实用上可能没有给出一个足够确切的值，为了得到一个更确定的值，建议作出比饱和磁化强度的平方（即  $\sigma^2$ ）与温度的函数曲线（通常为直线），用外插法推到  $\sigma^2 = 0$ ，取外推线与温度轴交点处的值为居里点。

单位名称为开或摄氏度，单位符号为  $K$  或  $^{\circ}C$

### 3.35 抵消点(抵消温度) $T_{CO}$ compensation point (compensation temperature) $T_{CO}$

某些亚铁磁性材料在低于居里温度时，各原子磁矩有序排列互相抵消，使自发磁化强度为零的温度。

单位名称为开或摄氏度，单位符号为  $K$  或  $^{\circ}C$

### 3.36 奈耳点(奈耳温度) $T_N$ Néel point (Néel temperature) $T_N$

是某一温度，在低于此温度时，材料是反铁磁性的，高于此温度时，材料是顺磁性的。单位名称为开或摄氏度，单位符号为  $K$  或  $^{\circ}C$



### 3.37 磁各向异性 magnetic anisotropy

物质中相对于一给定参照系的各不同方向上, 物质具有不同的磁特性的现象。

### 3.38 晶各向异性 (晶体磁各向异性) magnetocrystalline anisotropy

(crystal magnetic anisotropy)

磁性单晶体由于晶体结构上的各向异性所产生的磁各向异性。

注:

- 1 立方晶系单晶的磁晶各向异性称为立方形磁晶各向异性。
- 2 六角晶系单晶, 易磁化方向平行于 (0001) 轴的称为主轴形磁晶各向异性。
- 3 六角晶系单晶, 易磁化方向处于 (0001) 平面内的称为平面型磁晶各向异性。

### 3.39 单轴磁各向异性 uniaxial magnetic anisotropy

只有一个易磁化轴的磁各向异性

### 3.40 感应磁各向异性 induced magnetic anisotropy

由外力引起的永久的或暂时的磁各向异性。

### 3.41 应力磁各向异性 (磁应力各向异性) stress magnetic anisotropy

应力通过磁致伸缩效应在磁体中产生的磁各向异性。

### 3.42 形状磁各向异性 shape magnetic anisotropy

磁体的形状为非球形对称时, 由于各方向的自退磁场不同而产生的磁各向异性。

### 3.43 磁各向异性能 $E_a$ magnetic anisotropy energy $E_a$

磁体沿不同方向磁化到饱和时, 其单位体积所需要的能量称为该方向的磁各向异性能。

注:

- 1 磁各向异性能最低[高]的方向称为易[难]磁化方向(轴)。
- 2 将无应力的球形磁单晶体沿某一方向磁化到饱和时, 其单位体积所需要的能量称为该方向的磁晶各向异性能。

单位名称为焦每立方米, 单位符号为  $J/m^3$

### 3.44 磁各向异性常数 $K$ magnetic anisotropy constant $K$

表示磁体各向异性强弱的参数, 它与磁体沿易磁化方向(轴)和难磁化方向(轴)的磁各向异性能之差成正比。

注: 表示磁单晶体各向异性强弱的常数称为磁晶各向异性常数。

单位名称为焦每立方米, 单位符号为  $J/m^3$

### 3.45 磁结构 (序磁性) magnetic structure (magnetic order)

磁性物质由于近邻原子或离子的相互作用, 相邻原子磁矩成一定有序规则的排列。

### 3.46 散铁磁性 asperomagnetism

从一个磁畴看, 冻结的原子磁矩空间的散乱分布在某些方向较多, 使净合磁矩形成的自发磁化强度不为零的磁结构。

### 3.47 散反铁磁性 speromagnetism

从一个磁畴看, 冻结的原子磁矩空间的散乱分布, 其净合磁矩形成的自发磁化强度为零的磁结构。

注: 散反铁磁性与顺磁性不同, 其原子磁矩的空间分布不随时间变化。

### 3.48 散亚铁磁性 sperimagnetism



从一个磁畴看，由二组散铁磁性网络形成的磁结构。

#### 3.49 变磁性 metamagnetism

由于磁场或温度的变化引起磁性物质磁结构改变的现象。

#### 3.50 磁共振 magnetic resonance

在静磁场中，磁性物质的原子或原子核对微波或无线电波的共振吸收。

注：磁共振现象与物质磁性有密切的联系，包括顺磁共振、铁磁共振、亚铁磁共振、反铁磁共振和核磁共振等。

#### 3.51 核磁共振 nuclear magnetic resonance

原子的核磁矩在静磁场中和与其垂直的交变磁场共同作用下，所发生的磁共振。

#### 3.52 旋磁效应 gyromagnetic effect

是一种现象。静磁场中的材料或介质的磁化强度在微扰作用下，绕静磁场方向作阻尼进动，弛豫地回到平衡状态。

#### 3.53 磁电阻效应 magnetoresistance effect

有外加磁场引起的电磁变化的效应

注：

1 这种效应发生在半导体和所有金属中，在磁性金属和其合金中具有更明显的效应。

2 磁效应也称汤姆逊-高斯效应 (Thomson-Gass effect)

#### 3.54 磁弹性效应(压磁效应) magnetoelastic effect (piezomagnetic effect)

由于应力或应变而引起磁性材料的磁性变化。

#### 3.55 磁光效应 magneto-optic effect

磁场和磁体使光的传输特性发生变化的效应。

注：

1 磁光效应包括法拉第效应、克尔效应、塞曼效应等。

2 其逆效应为光磁效应即磁体在光照射影响下磁性能的变化。

#### 3.56 $\Delta E$ 效应 $\Delta E$ effect

磁体磁化强度的改变引起杨氏模量的变化。

#### 3.57 磁卡效应 magnetocaloric effect

当顺磁和铁磁物质在绝热条件下被磁化时，其温度升高的现象。

注：磁效应是可逆的，当绝热退磁时，物质的温度将降低，这一效应成为获得极低温度的方法之一。

#### 3.58 辐照磁效应 irradiated magnetic effect

磁体在辐照后引起的磁性变化。

注：辐照源可以是电子、质子、中子或  $\gamma$  射线等。

#### 3.59 霍尔效应 hall effect

某些在载流半导体或金属薄片置于磁场  $B$  中，使电流  $i$  与  $B$  方向垂直，则在同时垂直  $i$  和  $B$  方向的平面内产生电位差  $U_H$ 。

$$U_H = R_H \frac{iB}{d}$$



式中  $R_H$  称为霍尔系数； $d$  为薄片的厚度。

单位名称为伏，单位符号为  $V$

注：霍尔元件的  $d$ ， $R_H$  为常数时，则可通过测定  $U_H$  而确定被测磁场强度  $H$ 。

$$H = \frac{d}{\mu_0 i R_H} U_H$$

单位名称为安每米，单位符号为  $A/m$

### 3.60 迈斯纳效应 meissner effect

是超导体的特殊磁性能，超导体即使处于外加磁场中，其体内磁通密度也永远为零。

注：一般将超导体所处的这种状态称为迈斯纳态。

### 3.61 约瑟夫森效应 josephson effect

电子对（库伯（Cooper）电子对）穿透两个超导体间微弱连接区而无损耗的宏观量子现象。

### 3.62 磁化学效应 magnetochemistry effect

物质由于磁场的作用或磁性的变化而引起的化学反应与特性的变化。

### 3.63 磁生物效应 magnetobiology effect

生物受磁体的作用而引起其结构、功能和生态的变化。

### 3.64 抗磁性材料 diamagnetic material

占优势的磁现象是抗磁性的一种材料。

注：在外磁场作用下，因上述材料的原子系统获得与外磁场反方向的小磁矩，所以磁化率小且为负值。

### 3.65 顺磁性材料 paramagnetic material

主要的磁现象是顺磁性的一种材料。

注：当外加磁场时，磁矩趋于有序排列，由于热无序，抵消了有序排列。因此，剩余合磁矩很小，使材料产生很小的正磁化率值。

### 3.66 铁磁性材料 ferromagnetic material

主要磁现象是铁磁性的一种材料。

注：这些原子或离子具有磁矩，在一个区域的整个范围内（磁畴），即使没有外加磁场情况下，这些磁畴也会近似地排列在相同方向上。当加上外磁场时，各磁畴的总磁矩趋于有序排列，致使材料呈现显著的磁导率值。在每个磁畴内部，有序排列的程度随温度增加而减小。

### 3.67 反铁磁性材料 antiferromagnetic material

主要磁现象是反铁磁性的一种材料。

注：邻近的相同原子或离子磁矩，在无外磁场时的合成磁矩为零，当外加磁场时，磁矩趋于有序排列，致使材料呈现小的正磁化率值，此磁化率与温度有关，且在奈尔点具有最大值。

### 3.68 亚铁磁性材料 ferromagnetic material

占优势的磁现象是亚铁磁性的一种材料。

注：这些原子或离子具有磁矩，在一个区域的整个范围内（磁畴），磁矩以部份抵消的方式排列，只是不加外磁场也





具有合磁矩。当外加磁场时，各磁畴总磁矩趋于有序排列，使这种材料呈现显著的磁导率，此磁导率与温度无关。

3.69 矩磁材料 magnetic material with rectangular hysteresis loop

磁滞回线近于矩形而矫顽力较小的磁性材料。

注：一般指剩余磁通密度与最大磁通密度之比大于 0.8 的磁滞回线。

3.70 磁各向异性物质 magnetically anisotropic substance

具有磁各向异性特征的物质。

3.71 磁各向同性物质 magnetically isotropic substance

不具有磁各向异性特征的物质

3.72 磁组构 magnetic texture

产生磁各向异性的多晶磁性材料的结构有序化。

3.73 晶粒取向材料 grain-oriented material

由晶粒完全取向或部分取向而形成磁组构的材料。

3.74 磁致伸缩材料 magnetostrictive material

具有显著磁致伸缩效应的，可将电能转化为机械能或将机械能转化为电能的磁性材料。

3.75 硬磁材料 magnetically hard material

具有高矫顽力的磁材料。

注：用矫顽力的数值来区分硬磁材料和软磁材料是很难确切定义的。在 10KA/m 以内通常为软磁材料。

3.76 软磁材料 magnetically soft material

具有低矫顽力的磁材料。

注：用矫顽力的数值来区分硬磁材料和软磁材料是很难确切定义的。在 10KA/m 以内通常为软磁材料。

3.77 旋磁材料[介质] gyromagnetic material[medium] (1.73)

能够产生旋磁现象的材料或介质。

注：旋磁材料或旋磁介质的电磁特性具有一种可用张量磁导率描述的特性。

3.78 弱磁材料 weak magnetic material

含有微量铁磁性或亚铁磁性的无（非）磁性材料。

3.79 无（非）磁性材料 Non-magnetic material

指非铁磁性或非亚铁磁性的其他抗磁性、顺磁性、反铁磁性的材料。

3.80 电工钢片 electrical steel

供磁应用的软磁钢。

3.81 （磁性）铁氧体 (magnetic) ferrite (1.70)

主要成分由氧化铁组成的且呈现铁磁性或反铁磁性的材料。

注：

1—— 本词条主要用于具有尖晶石结构的材料。

2—— 在冶金学和矿物学中，本词条有其他含义。



## 3.82 半加工铁心硅钢 semi-processed electrical steel

没有经过完全退火过程的铁心硅钢。

## 3.83 磁滞 magnetic hysteresis (2.1)

在铁磁性或亚铁磁性物质中，由于磁场强度的改变而导致磁通密度或磁化强度的不可逆变化，这种变化与磁场强度改变的速率无关。

3.84 波尔磁子 ( $\mu_B$ ) Bohr magneton  $\mu_B$  (2.37)

用于表达一个电子磁矩的物理常数，其值是：

$$eh/4\pi m_e \approx (9.274078 \pm 0.000036) \times 10^{-24} \text{ Am}^2$$

$e$  —— 电子电荷

$h$  —— Planck (普朗克) 常数

$m_e$  —— 电子的静止质量

注：

1—— 该数值引用由国际理论物理和应用物理联合会发布得的数据。(IUPAP)

2—— 一个自由电子由于自旋而产生的磁矩近似于  $1.001 \mu_B$ 。

## 4 磁化状态 state of magnetization

## 4.1 磁中性状态 neutral state

磁性材料或磁体所处的一种状态，在这种状态中与磁畴尺寸相比大得多的范围内，总磁通密度和磁场强度均为零。

## 4.2 磁中性化 to neutralize

使磁性材料处于磁中性状态。

注：录音、录像技术术语中“消磁”为上述术语的同意语，一般指从磁性载体上消去已录信号。

## 4.3 热致磁中性状态 thermally neutralized state

磁中性是通过在没有任何外磁场情况下降低材料的温度通过居里点获得的磁中性状态。

## 4.4 动态磁中性状态 dynamically neutralized state

在交变磁场即从一个相应于饱和值的峰值减至零的场，或一般是交替变化的外磁场变化中得到的磁中性状态。

## 4.5 静态磁中性状态 statically demagnetized state

通过一个外磁场获得的磁中性状态，此外磁场使磁通密度变到某一值，当移去外磁场时，磁通密度变为零。

## 4.6 磁正常状态化 magnetic conditioning

是磁性材料或磁芯的一种处理过程，以清除其磁经历并得到可重复的磁状态。

## 4.7 循环磁状态 cyclic magnetic condition

磁性材料在同一振幅下反复磁化，其磁滞回线与反复磁化的次数无关的磁状态。

## 4.8 无磁滞状态 an hysteretic state

用静态磁场叠加一个具有一定幅度的交变场的方法所获得的一种状态。这个交变场的幅度最初使材料饱和，然后逐渐减弱到零。

## 4.9 磁化 to magnetize



使物体内部感应出磁化强度。

#### 4.10 磁化曲线 magnetization curve

表示当磁场强度变化时，材料的磁通密度、磁极化强度或磁化强度变化的一条曲线。

注：在表示磁通密度曲线、材料的磁通密度、磁极化强度或磁化强度变化的一条曲线。

#### 4.11 起始磁化曲线 initial magnetization curve (2.14)

处于磁中性状态的材料放置于磁场中，磁场强度从零单调增加获得的磁化曲线。

注：获得磁中性的方法可以是热处理或者电磁动态处理；处理方法应该注明。

#### 4.12 静态磁化曲线 static magnetization curve

当磁场强度变化速率满足对曲线补偿产生任何影响时所获得的磁化曲线。

#### 4.13 动态磁化曲线 dynamic magnetization curve

当磁场强度的变化速率高到足以影响曲线时所获得的磁化曲线。

#### 4.14 超导临界(磁)场强(度) $H_c$ superconducting critical magnetic field

是量度超导体的正常态和超导态自由能密度之差的参数。

$$H_c = \left[ \frac{2}{V\mu_0} (G_n - G_s) \right]^{\frac{1}{2}}$$

式中  $G_n$  和  $G_0$  分别是超导体在零磁场时正常态和超导态的吉布斯(Gibbs)自由能； $\mu_0$  是磁常数；V为体积。

注：对第1类超导体  $H_c$  是由超导态转变为正常态的最低磁场。它与温度有关，可以近似表示为

$$H_c(T) = H_c(0) \left[ 1 - \left( \frac{T}{T_c} \right)^2 \right], (T < T_c) \text{ 式中 } H_c(0) \text{ 为绝对零度时的临界磁场强度； } T_c \text{ 为超导临界(转变)}$$

温度。

单位名称为安每米，单位符号为A / m。

#### 4.15 $B(H)$ 曲线 $B(H)$ curve

是一条作为磁场强度的函数来表示磁通密度的磁化曲线。

#### 4.16 $J(H)$ 曲线 $J(H)$ curve

是一条作为磁场强度的函数来表示磁极化强度的磁化曲线。

#### 4.17 $M(H)$ 曲线 $M(H)$ curve

是一条作为磁场强度的函数来表示磁化强度的磁化曲线。

#### 4.18 $B(H)$ 回线 $B(H)$ loop

是一条封闭回线，作为周期性变化的磁场强度的函数来表示磁通密度。

#### 4.19 $J(H)$ 回线 $J(H)$ loop

是一条封闭回线，作为周期性变化的磁场强度的函数来表示磁极化强度。

#### 4.20 $M(H)$ 回线 $M(H)$ loop

是一条封闭回线，作为周期性变化的磁场强度的函数来表示磁化强度。

#### 4.21 静态 $B(H)$ 回线 static $B(H)$ loop

磁场强度在很低的速率下变化，磁场强度的变化速率不会影响所获得的  $B(H)$  回线。

4.22 静态  $J(H)$  回线 static  $J(H)$  loop

磁场强度在很低的速率下变化, 磁场强度的变化速率不会影响所获得的  $J(H)$  回线。

4.23 静态  $M(H)$  回线 static  $M(H)$  loop

磁场强度在很低的速率下变化, 磁场强度的变化速率不会影响所获得的  $M(H)$  回线。

4.24 动态  $B(H)$  回线 dynamic  $B(H)$  loop

在高速变化的磁场强度中获得的  $B(H)$  回线。这一回线的形状受到磁场强度变化率的影响。

4.25 动态  $J(H)$  回线 dynamic  $J(H)$  loop

在高速变化的磁场强度中获得的  $J(H)$  回线。这一回线的形状受到磁场强度变化率的影响。

4.26 动态  $M(H)$  回线 dynamic  $M(H)$  loop

在高速变化的磁场强度中获得的  $M(H)$  回线。这一回线的形状受到磁场强度变化率的影响。

## 4.27 正常磁滞回线 normal hysteresis loop

磁滞回线是相对于坐标原点对称的曲线。

4.28 正常  $B(H)$  回线 normal  $B(H)$  loop

$B(H)$  回线是相对于坐标原点对称的曲线。

4.29 正常  $J(H)$  回线 normal  $J(H)$  loop

$J(H)$  回线是相对于坐标原点对称的曲线。

4.30 正常  $M(H)$  回线 normal  $M(H)$  loop

$M(H)$  回线是相对于坐标原点对称的曲线。

## 4.31 增量磁滞回线 incremental hysteresis loop

在与时间变化场同轴的静态场中获得的不对称的磁滞回线。

4.32 增量  $B(H)$  回线 incremental  $B(H)$  loop

在与时间变化场同轴的静态场中获得的不对称的  $B(H)$  磁滞回线

4.33 增量  $J(H)$  回线 incremental  $J(H)$  loop

在与时间变化场同轴的静态场中获得的不对称的磁滞回线

4.34 增量  $M(H)$  回线 incremental  $M(H)$  loop

在与时间变化场同轴的静态场中获得的不对称的  $M(H)$  磁滞回线

## 4.35 正常磁化曲线 (换向曲线) commutation curve

normal magnetization curve

当循环磁场的峰值变化时, 正常磁滞回线的顶点轨迹。

## 4.36 无磁滞回线 an hysteretic curve

一条线上每一点上均表示为无磁滞状态的磁化曲线。

## 4.37 饱和磁滞回线 saturation hysteresis loop

材料在磁场强度最大值时达到饱和时的正常磁滞回线

4.38 饱和  $B(H)$  回线 saturation  $B(H)$  loop



材料在磁场强度最大值时达到饱和时的正常  $B(H)$  磁滞回线

#### 4.39 饱和 $J(H)$ 回线 saturation $J(H)$ loop

材料在磁场强度最大值时达到饱和时的正常  $J(H)$  磁滞回线

#### 4.40 饱和 $M(H)$ 回线 saturation $M(H)$ loop

材料在磁场强度最大值时达到饱和时的正常  $M(H)$  磁滞回线

#### 4.41 矫顽场强度 coercive field strength

对应于磁通密度，磁极化强度或是磁化强度为零的磁场强度值。

注：

1——用图表示，矫顽力场强度即为相应于磁通密度，磁极化强度或磁化强度的退磁曲线与 H 轴的交点。

2——矫顽场强度可以认为是静态磁化或动态磁化。当没有限定条件时，采用静态曲线。

#### 4.42 饱和磁通密度(饱和磁感应强度) $B_s$ Saturation flux density (Saturation magnetic induction)

$B_s$

磁性材料磁化到饱和时的磁通密度。

注：实际应用中，通常指基本达到磁饱和的某一指定磁场强度值所对应的磁通密度值。

单位名称为特，单位符号为 T

#### 4.43 饱和磁通 $\Phi_s$ Saturation magnetic flux $\Phi_s$

饱和磁通密度的面积分。

单位名称为韦，单位符号为 Wb

#### 4.44 矫顽力 coercivity

由磁场强度单调变化使磁通密度，磁极化强度或磁化强度达到饱和状态时所得到的矫顽磁场强度值。

注：

1  $H_{cB}$  —— 与磁通密度相关的矫顽力。通常为称为磁感矫顽力。

2  $H_{cJ}$  —— 与磁极化强度相关的矫顽力。成为内禀矫顽力。

3  $H_{cM}$  —— 与磁化强度相关的矫顽力。

4  $H_{cB}$  ,  $H_{cJ}$  —— 可由  $BH_c$  ,  $JH_c$  代替

#### 4.45 最大磁通密度 $B_m$ Maximum magnetic flux density

磁滞回线上所对应的最大磁通密度值。

单位名称为特，单位符号为 T

#### 4.46 循环矫顽力 cyclic coercivity

材料在足以使其磁化至饱和的交变场 磁通密度，磁极化强度或磁化强度的作用下所得到的矫顽场强度的值。

注：

$H'_{cB}$  —— 与磁通密度相关的矫顽力。

$H'_{cJ}$  —— 与磁极化强度相关的矫顽力。

$H'_{cM}$  —— 与磁化强度相关的矫顽力。



$H'_{cB}$  ,  $H'_{cJ}$  —— 可由  $BH'_c$  ,  $JH'_c$  代替

#### 4.47 剩余磁通密度 remanent flux density

当施加的磁场强度(包括自退磁场强度)在材料中某一点为零时的磁通密度C磁极化强度)(磁化强度)值。

注:

1在上述条件下剩余磁通密度值等于剩余磁极化强度值,也等于剩余磁化强度值与磁常数的乘积。

2若用图表示,上述值是对应于磁化曲线与B(J)(M)轴相交的值。

单位名称为特,单位符号为T

#### 4.48 剩余磁极化强度 remanent magnetic polarization

当施加的磁场强度(包括自退磁场强度)在材料中某一点为零时的磁极化强度的值。

#### 4.49 剩余磁化强度 remanent magnetization

当施加的磁场强度(包括自退磁场强度)在材料中某一点为零时的磁化强度的值。

#### 4.50 自发磁化 spontaneous magnetization

在一个磁畴中,未施加外磁场的情况下,因原子磁矩平行排列引起的磁化。

注:磁畴中的磁化强度即为自发磁化强度,其单位名称为安每米,单位符号为A/m.

#### 4.51 磁退火 magnetic anneal

为了得到所希望的磁组构,在外磁场作用下对磁性材料进行的一种热处理。

#### 4.52 回滞参数 $\beta_c$ Loop hysteresis parameter $\beta_c$

是描述约瑟夫森结的伏安曲线是否有回滞的特征参数。

$$\beta_c = \frac{2\pi IR^2 C}{\Phi_0}$$

式中 $I_c$ 为结的临界电流;R,C分别为结的正常态的电阻(也叫结电阻),电容(也叫结电容)

$\beta_c > 1$  结的伏安曲线有回滞。

$\beta_c < 1$  结的伏安曲线无回滞。

#### 4.53 剩余磁通 $\Phi_r$ Remanent flux $\Phi_r$

剩余磁通密度的面积分。

单位名称为韦,单位符号为Wb .

#### 4.54 剩磁(顽磁) $B_r$ Remanence $B_r$

从材料饱和状态出发,单调地变化磁场强度而得到的剩余磁通密度值。

单位名称为特,单位符号为T

#### 4.55 循环剩磁(循环顽磁) $B_{rc}$ Cyclic remanence $B_{rc}$

对应于动态饱和磁滞回线上剩余磁通密度值。

单位名称为特,单位符号为T

#### 4.56 剩磁比 $R'_r$ Residual induction ratio $R'_r$

在指定的磁场强度下,剩余磁通密度  $B'_r$ , 与该磁场下所对应的最大磁通密度  $B_m$  之比。



$$R'_r = \frac{B'_r}{B_s}$$

注：饱和磁化条件下的剩磁比为

$$R'_r = \frac{B'_r}{B_s}$$

在录音、录像技术中也称为矩形系数。

此量无量纲。

#### 4.57 矩形比 K Squareness ratio K

剩余磁化强度与饱和磁化强度之比。

$$K = \frac{M'_s}{M_s}$$

注：日本国用SR表示矩形比，代替K。

此量无量纲

#### 4.58 畴壁 domain wall

相邻磁畴间的边界区域，其厚度相当于许多个单位晶格点阵单元，在畴壁中磁矩的取向从一个磁畴的方向相邻磁畴的方向逐渐改变。

#### 4.59 Bloch 壁 Bloch wall

一种畴壁，在这种畴壁中磁矩的取向基本上保持在与畴壁平面垂直的平面内。

#### 4.60 Neel 壁 Neel wall

一种畴壁，在这种畴壁中磁矩的取向基本上保持在与畴壁平面垂直的平面内。

注：Neel 壁通常仅在厚度小于某一临界厚度的磁性薄膜中形成，在较厚的薄膜和大块材料中从能量上看 Neel 壁的形成更有利。

#### 4.61 Barkhausen 效应 Barkhausen effect

Barkhausen 跳跃 Barkhausen jumps

外加磁场强度连续变化时，磁性物质中磁通密度的不连续变化。

注：在电路中，Barkhausen 效应会产生一种叫做 Barkhausen 噪声的噪声。

#### 4.62 磁性变化 (magnetic) variability

材料或磁路的磁特性随时间或操作条件引起的变化。

#### 4.63 温度因子 ( $\alpha_F$ ) temperature factor(of reluctivity)

材料的磁组率随温度变化的负值除以温度变化。

$$\alpha_F = -\frac{\frac{1}{\mu_\theta} - \frac{1}{\mu_{ref}}}{\theta - \theta_{ref}} = \frac{\mu_\theta - \mu_{ref}}{\mu_\theta \mu_{ref} (\theta - \theta_{ref})}$$

$\mu_\theta$  和  $\mu_{ref}$  是温度为  $\theta$  和  $\theta_{ref}$  的磁导率。

#### 4.64 磁导率的温度系数 temperature coefficient of permeability



由温度的变化引起的磁导率的相对改变除以温度的变化。

$$\alpha_{\mu} = \frac{\mu_{\theta} - \mu_{ref}}{\mu_{ref}(\theta - \theta_{ref})}$$

$\mu_{\theta}$  和  $\mu_{ref}$  是温度为  $\theta$  和  $\theta_{ref}$  的磁导率。

#### 4.65 质子旋磁比(质子回转磁比) $\gamma_p$ Proton gyro magnetic ratio $\gamma_p$

原子磁矩与其动量矩之比。

注:

1 用核磁共振法可以测定  $\gamma_p$  值, 其表达式为  $\gamma_p = \frac{\omega_p}{B}$ , 式中  $\omega_p$  是交变磁场共振频率;  $B$  是静磁场中磁通密度。随着  $B$  值范围的不同, 测定  $\gamma_p$  的方法可分为两种:

a) 强场法, 也称共振吸收法。

b) 弱场法, 也称质子自由进动法。

1986年国际的平差值为  $\gamma_p = 2.67515255(81) \times 10^8 / \text{T} \cdot \text{s}$

1988年我国向CCE提供  $\gamma_p'$  数据(1988年5月初我国重新测定的), 其值为

$$\gamma_p = 2.675154(23) \times 10^8 / \text{T} \cdot \text{s}$$

不确定度为  $0.86 \times 10^{-6}$

上式中“ ”表示  $h$  值未进行样品的抗磁修正。

#### (2) $\gamma_p$ 值的应用

a) 在计量学中

建立磁通密度(磁场强度)自然基准, 复现磁通密度(磁场强度)单位;

实现基本单位——安培的绝对测量;

监督本国电动势的长期稳定性。

b) 在物理学中

确定质子磁矩, 荷质比;

确定精细结构常数  $\alpha$ ;

测定阿伏加德罗常数  $N$ ;

测定法拉第常数  $F$ 。

#### 4.66 磁通量子 $\Phi_0$ Flux quantum (Fluxon) $\Phi_0$

是一个常数, 它等于普朗克常数  $h$  除以两倍的电子电荷  $e$ , 其值为

$$\Phi_0 = \frac{h}{2e} = 2.06783461(61) \times 10^{-15} \text{Wb}$$

式中  $h = 6.6260755(40) \times 10^{-34} \text{J} \cdot \text{s}$

$e = 1.60217733(49) \times 10^{-19} \text{C}$

注:

1 在闭合超导回路中  $\Phi_0$  是磁通量的最小单位。





2 上述值为 1986 年 CODATA 推荐值。

#### 4.67 有效磁导率的温度系数 temperature coefficient of effective permeability

由温度的变化引起的有效磁导率的相对改变除以温度的变化。

$$\alpha_{\mu_e} = \frac{(\mu_e)_\theta - (\mu_e)_{ref}}{\mu_{e,ref}(\theta - \theta_{ref})}$$

$(\mu_e)_\theta$  和  $(\mu_e)_{ref}$  是温度为  $\theta$  和  $\theta_{ref}$  的磁导率。

#### 4.68 电感温度系数 temperature coefficient of inductance

由温度的变化引起的电感的相对改变除以温度的变化。

$$\alpha_L = \frac{L_\theta - L_{ref}}{L_{ref}(\theta - \theta_{ref})}$$

$L_\theta$  和  $L_{ref}$  是温度为  $\theta$  和  $\theta_{ref}$  的磁导率。

#### 4.69 磁老化 magnetic ageing

材料的磁特性随时间连续变化，这种变化是由于材料结构的调整所引起的。

注：适当的热处理可以加速变化或是恢复起始状态。

#### 4.70 磁导率减落系数 (D) disaccommodation (of permeability)

恒定温度下，磁正常状态化后，在给定时间间隔内测得的磁性材料磁导率的相对减小。

$$D = \frac{\mu_1 - \mu_2}{\mu_1}$$

$\mu_1$  和  $\mu_2$  分别是给定间隔的起点和终点的相对磁导率。

#### 4.71 磁导率减落系数 (d) disaccommodation coefficient (of permeability)

磁正常状态化后的衰减除以从磁正常状态化截止到第一次和第二次测量时的两时间间隔之比的对数。(以 10 为底)

$$d = \frac{D}{\lg \frac{t_2}{t_1}}$$

D 是磁正常状态化后在  $t_1$ ,  $t_2$  时间间隔内测量的衰减。

#### 4.72 磁导率减落因子 ( $D_F$ ) disaccommodation factor (of permeability)

磁导率减落系数除以第一次测得的相对磁导率。

$$D_F = \frac{d}{\mu_1}$$

#### 4.73 磁弛豫 magnetic relaxation

磁性系统在其受到一个干扰后达到平衡的过程。由于原子或比原子小的微粒的动力学作用，这个过程需要一个有限的时间。

注：当无条件限制时，这个属于通常是指具有微妙数量级的时间常数的短暂时间。



## 4.74 磁后效 magnetic after-effect

磁弛豫具有一个时间常数，这一常数的范围从几秒到几天。

## 4.75 磁粘滞性 magnetic viscosity

由于外加静态场的变化所产生的一种磁后效。

## 4.76 磁导率的不稳定度 (S) instability (of permeability)

由一给定的干扰引起的磁导率的相对变化。

$$S = \frac{\mu_1 - \mu_2}{\mu_1}$$

$\mu_1$ ,  $\mu_2$  分别是施加干扰前瞬间和施加干扰在一规定时间之后瞬间测定的相对磁导率

4.77 磁导率的不稳定因子 ( $S_F$ ) instability factor (of permeability)

不稳定度除以施加干扰之前瞬间所测得的相对磁导率。

$$S_F = \frac{S}{\mu_1}$$

## 4.78 短路带磁通 Short-circuit flux of a magnetic tape

流经磁阻为零，在无限长度内与磁带表面紧密接触的重放头磁芯的磁通，简称带磁通。

单位名称为纳韦每米，单位符号为 nWb / m

4.79 机电耦合系数  $K_e$  Electromechanical coupling coefficient  $K_e$ 

是衡量磁致伸缩材料(一般称压磁材料)处于自由振动状态而其工作频率远低于共振频率时，能够转换成机械能的磁能  $E_m$  部分与此系数材料与材料磁化状态有关中总磁能  $E_t$  之间关系的一个系数。

此系数材料与材料磁化状态有关

$$k_e^2 = \frac{E_m}{E_t}$$

此量无量纲。

4.80 半峰宽度  $\Delta H$  Half peak width  $\Delta H$ 

在饱和磁滞回线的微分曲线上峰值一半所对应的两点磁场强度值之差。

单位名称为安每米，单位符号为 A / m。

## 4.81 开关场分布 SFD Switching field distribution SFD

半峰宽度与矫顽力之比。

此量无量纲。

4.82 铁磁共振线宽  $\Delta H$  Ferromagnetic resonance finewidth  $\Delta H$ 

当交变磁场的频率固定，调节外加静磁场，使磁体发生铁磁共振，取坡耳德张量磁导率对角分量虚部为其峰值的  $1/2$  时所对应的两个磁场  $H_2$  与  $H_1$  之差。

单位名称为安每米，单位符号为 A / m。

4.83 开关时间  $\tau_s$  Switching time  $\tau_s$



磁芯从一个剩磁状态反磁化到另一个剩磁状态的过程中，磁通密度从10%变化到90%之间的时间间隔。

单位名称为秒，单位符号为s。

#### 4.84 开关系数 $S_w$ Switching coefficient $S_w$

是表征材料反磁化速度的动态参数，在一定磁场范围内  $\frac{1}{\tau_s}$  -H近似线性关系，该直线斜率的倒数即为该磁场范围内的开关系数。

单位名称为秒安每米，单位符号为s·A/m。

#### 4.85 超导结 Superconducting junction

两个超导体间用另一物体(可以是超导体或包括绝缘物质在内的非超导体)连结起来组成一个能够产生约瑟夫森效应的体系，此体系称为超导结或弱连接超导体，或简称为结。

注：两层超导膜之间隔以(1~3)nm(10~30)式的绝缘层组成的结称为约瑟夫森隧道结。

#### 4.86 约瑟夫森常数 $K_J$ Josephson coefficient $K_J$

受微波照射的约瑟夫森结的伏安曲线上台阶标号n=1所对应的频率与电压之比。

注：

1 第18届电谘询委员会(CCE)提出,1988年第77届国际计量委员会(CIPM)通过且规定从1990年开始国际统一使用的约瑟夫森常数记为  $K_{1-90}$  其值为  $K_{1-90}=483\ 597.9\ \text{GHz/V}$ 。

2 1988年我国向国际计量局(BIPM)推荐值(记为  $K_{J-NIM}$ )

$$K_{J-NIM}=483\ 597.88\ \text{GHz/V}$$

其不确定度为  $0.99 \times 10^{-6}$ 。

#### 4.87 超导环磁通量子化效应Magnetic flux quantized effect on circulahty superconductor

用大块超导体做成的环所包围的磁通量只能取磁通量子的整数倍。

$$\Phi = \pm n\Phi_0 \quad (n=0, 1, 2, \dots)$$

#### 4.88 超导量子衍射效应 Superconducting quantum diffraction effect

是直接揭示约瑟夫森电流的基本特征的一种宏观量子现象，在平行于约瑟夫森结的平面方向上施加磁场，测量其结的临界电流  $I_c(H)$  与磁场H的关系曲线，发现当H增加时  $I_c(H)$  周期地经过极大值和零值，其周期为  $H_0$ 。

注：

1 约瑟夫森结的临界电流  $I_c(H)$ ，以如下方式依赖于磁场H

$$I_c(H) = I_c(o) \left| \frac{\sin\left(\pi \frac{\Phi}{\Phi_0}\right)}{\pi \frac{\Phi}{\Phi_0}} \right|$$

式中  $I_c(0) = j_c L_x L_y$ ，其中  $j_c$  人为超导电流密度， $L_x$ ； $L_y$  分别为结的长和宽。

2 一般  $I_c(H)$ -H曲线称为超导体衍射曲线。

#### 4.89 微波感应台阶(阶梯)现象 microwave-induced steps phenomenon

是一种宏观量子现象，通过恒定电流，同时受微波照射的约瑟夫森结的伏安曲线呈台阶(阶梯)状，设  $U_n$



是伏安曲线上出现台阶时所对应的电压值，则  $U_n$  与微波频率  $f$  满足如下关系

$$U_n = \pm n f \Phi_0 \quad (n=0, 1, 2, \dots)$$

注：

1 在伏安曲线上台阶的高度依赖于台阶标号  $n$  和微波功率。对于给定标号  $n$  的台阶的高度随微波功率增加，周期地经过零和极大值。

2 超导桥的伏安曲线除满足上式台阶外，还出现很多子台阶(分谐波)  $m$ ，它们的位置由下式给出

$$U_{n*m} = \pm \frac{n}{m} f \Phi_0$$

式中  $m$  为大于零的整数。

#### 4.90 菲斯克阶梯(自感台阶效应) fiske steps (Self induction steps effect)

是一种宏观量子现象。在约瑟夫森结上施加静磁场  $H$ ，测量结的伏安曲线，结上虽未经外加微波照射，但在伏安曲线上仍呈现一系列台阶(阶梯)状结构。

注：伏安曲线上台阶的高度依赖于外加磁场强度的大小，台阶的位置仅依赖于结的尺寸。

#### 4.91 下临界场强 $H_{c1}$ Lower critical magnetic

使第 II 类超导体进入混合态时所需的最低限的外加磁场强度，可以近似表示

$$H_{c1}(T) = \frac{1}{\sqrt{2k}} (k) H_c(T), k \gg \frac{1}{\sqrt{2}}$$

#### 4.92 上临界场强 $H_{c2}$ Upper critical magnetic

使第 II 类超导体由混合态转变为正常态时所需的最低限的外加磁场强度，可以近似表示为

$$H_{c2}(T) = \sqrt{2k} H_c(T),$$

注：

1  $H_{c1}$  ( $H_{c2}$ ) 均是温度的函数，可以表示为

$$H_{ci}(T) = H_{ci}(0) \left[ 1 - \left( \frac{T}{T_c} \right)^2 \right], (i=1,2)$$

2  $k$  是京茨堡-朗道(Ginzburg-Landau)参数，简称为 GL 参数，定义如下

处于外加磁场中超导体的穿透深度  $\Lambda$  (门 除以超导电子的相干长度  $\xi(T)$ )

$$k = \frac{\lambda(T)}{\xi(T)}$$

当  $k < \frac{1}{\sqrt{2}}$  时，超导体称为第 I 类超导体；

当  $k > \frac{1}{\sqrt{2}}$  时，超导体称为第 II 类超导体

### 5 磁导率和损耗 permeability

#### 5.1 磁趋肤效应 magnetic skin-effect

由磁性材料构成的物体，在交变磁场磁化过程中由于涡流效应，在物体横截面上呈现磁通密度由外表面向中心逐渐减弱



的不均匀分布的动态磁化现象。这种效应随交流磁化场的频率提高而加强。

### 5.2 张量磁导率 ( $\underline{\mu}$ ) tensor permeability

给出材料内部表示磁通密度空间矢量和磁场强度空间矢量之间关系的张量。

$$\underline{\mu} = \begin{pmatrix} \mu_{xx} & \mu_{xy} & \mu_{xz} \\ \mu_{yx} & \mu_{yy} & \mu_{yz} \\ \mu_{zx} & \mu_{zy} & \mu_{zz} \end{pmatrix}$$

注：当材料是静磁饱和时可以从张量磁导率导出通用的相对磁导率的几种型式。  
假设Z-方向是静磁饱和态：

### 5.3 静磁饱和的各向同性介质的张量磁导率 $\underline{\mu}_{=p}$

Polder's tensor permeability

tensor permeability for a magneto statically saturated medium  
坡耳德 (Polder) 张量磁导率

$$\underline{\mu}_{=p} = \begin{pmatrix} \underline{\mu}_r & -jk_r & 0 \\ jk_r & jk_r & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

$\underline{\mu}_r$ ,  $\underline{k}_r$  都属于复数磁导率。

### 5.4 原偏振场的标量磁导率 $\underline{\mu}_+$ , $\underline{\mu}_-$

scalar permeability for circularly polarized fields

对于在垂直于外静磁场的平面内具有圆偏振的 H 磁场分量的电磁波。

$$\underline{\mu}_+ = \underline{\mu}_r + \underline{k}_r$$

$$\underline{\mu}_- = \underline{\mu}_r - \underline{k}_r$$

$\underline{\mu}_r$ ,  $\underline{k}_r$  是  $\underline{\mu}_{=p}$  中的参数。

注：u 下面的横线和在数学中该横线的意义相同。U+当 H 场（磁场强度）从静态磁场所在平面的角度看呈逆时针旋转时适用，用以表示时间。U-则表示顺时针旋转。

### 5.5 平面波的有效标量磁导率 $\underline{\mu}_\perp$

effective scalar permeability

对于一个传播方向和磁场 H 分量都垂直于静磁场的平面电磁波，有

$$\underline{\mu}_\perp = \frac{\underline{\mu}_r^2 - \underline{k}_r^2}{\underline{\mu}_r}$$

$\underline{\mu}_r$ ,  $\underline{k}_r$  是  $\underline{\mu}_{=p}$  中的参数。

单位名称与符号和磁导率定义相同。

### 5.6 复数磁导率 ( $\underline{\mu}$ ) complex permeability

磁料中磁通密度和磁场强度的复数商。当磁通密度和磁场强度中的一个随时间正弦变化，取另一个随时间以相同频率正弦变化的分量为基波分量。

假定表示磁通密度的空间矢量和磁场强度的空间矢量是共线的，则



$$\underline{\mu} = \mu' - j\mu''$$

其中  $\mu', \mu''$  分别是复数磁导率的实部和虚部。

注:

(1) 通常除微分磁导率之外, 这里定义的任何磁导率都可以表示为复数磁导率, 在没有用符号表明这些磁导率是复数或复数的分量时都认为是实部。

(2) 复数磁导率的实部分量  $\mu'$  也称弹性磁导率。

(3) 复数磁导率的虚部分量  $\mu''$  对应于磁损耗, 也称粘性磁导率。

(4) 在电感器和变压器的应用场合下, 常常要求以串联项或并联项表示复数磁导率, 即

$$\begin{aligned} \underline{\mu} &= \mu'_s - j\mu''_p \\ \frac{1}{\underline{\mu}} &= \frac{1}{\mu'_s} - \frac{1}{j\mu''_p} \end{aligned}$$

式中  $\mu'_s, \mu''_p$  分别表示以串联项表示复数磁导率的实部和虚部;  $\frac{1}{\mu'_p}, \frac{1}{j\mu''_p}$  分别表示以并联项表示复数磁导率的倒数(磁阻率)的实部和虚部。

串联和并联复数磁导率之间的关系是

$$\begin{aligned} \mu'_p &= \mu'_s (1 + \tan^2 \delta) \\ \mu''_p &= \mu''_s \left(1 + \frac{1}{\tan^2 \delta}\right) \end{aligned}$$

式中  $\tan \delta = \frac{\mu''_s}{\mu'_s} = \frac{\mu''_p}{\mu'_p}$  且  $\delta$  表示 B 和 H 之间的相角, 对于  $\tan \delta$  小于 0.1 的磁芯  $\mu'_p \approx \mu'_s$ , 但在, 高频下一些磁芯的  $\tan \delta$  可能超过 1, 因此,  $\mu'_p$  将比  $\mu'_s$  大得多。

(4) 通常除微分磁导率之外, 这里定义的任何磁导率都可以表示为复数磁导率, 在没有用符号表明这些磁导率是复数或复数的分量时都认为是实部。

单位名称为亨每米, 单位符号为 H/m。

### 5.7 振幅磁导率 ( $\mu_a$ ) amplitude permeability

当磁场强度随时间周期地变化, 其平均值为零且材料处于规定的磁中性状态时, 在磁通密度或磁场强度的某一规定幅值下磁通密度峰值除以外加磁场强度峰值所得到的相对磁导率。

注:

(1) 通常使用两种振幅(幅值)磁导率, 即

A 磁通密度峰值  $\hat{B}$  和磁场强度峰值  $\hat{H}$  均取实际波形的峰值。

B 上述二量均取基波分量的峰值, 在此情况下, 必须区分哪个波形为正弦波。

(2) 在极限情况下, 如果材料处于循环磁状态, 则 j 和片可以是静态值。此量无量纲。

### 5.8 有效振幅磁导率 r.m.s amplitude permeability

当磁场强度随时间正弦变化, 其平均值为零且材料最初处于磁中性状态时, 在磁通密度的某一规定幅值下磁通密度的峰值除以  $\sqrt{2}$  与除以外加磁场强度的有效值所得到的相对磁导率。

### 5.9 起始磁化率 $k_i$ Initial susceptibility $k_i$

当磁场强度和磁化强度两者均无限小时, 磁化率的极限值。

### 5.10 比磁化率(质量磁化率) $k_m$ Specific susceptibility(Mass susceptibility) $k_m$



与磁场强度  $H$  相乘等于比磁化强度  $\sigma'$  的一个量。

$$\sigma' = k_m H$$

单位名称为立方米每千克，单位符号为  $\text{m}^3/\text{kg}$ 。

#### 5.11 克分子磁化率（摩尔磁化率） $k_{mol}$ Molar susceptibility $k_{mol}$

物质的克分子质量  $m_{mol}$  与其比磁化率  $k_m$  的乘积。

$$k_{mol} = m_{mol} k_m$$

单位名称为立方米，单位符号为  $\text{m}^3$ 。

#### 5.12 张量磁化率 ( $k$ ) Tensor susceptibility ( $k$ )

给出磁性材料内磁化强度空间矢量与磁场强度空间矢量之间关系的张量。

$$(k) = \begin{pmatrix} k_{xx} & k_{xy} & k_{xz} \\ k_{yx} & k_{yy} & k_{yz} \\ k_{zx} & k_{zy} & k_{zz} \end{pmatrix}$$

注：处于静磁饱和场和其他任意方向交变磁场同时作用下的，各向同性材料的张量磁化率为

$$(\chi) = \begin{pmatrix} \chi & -j\chi_d & 0 \\ j\chi_d & \chi & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

#### 5.13 相对磁导率 $\mu_r$ Relative permeability $\mu_r$

材料或介质的绝对磁导率除以磁常数。

注：工程中使用的磁导率若无特殊说明，都以“相对磁导率”的术语定义，将“相对”二字及符号中的下标“r”均省略。

#### 5.14 起始磁导率 ( $\mu_i$ ) initial permeability

当磁场强度趋于无限小的时候，幅值磁导率的极限值。

$$\mu_i = \lim_{H \rightarrow 0} \mu_a$$

#### 5.15 最大磁导率 ( $\mu_{max}$ ) maximum permeability

当磁场强度的振幅在变化时观察到的振幅磁导率的最大值。

#### 5.16 脉冲磁导率 ( $\mu_p$ ) Pulse permeability $\mu_p$ (3.17)

在给定的范围内，磁通密度和磁场强度之一按任意波形发生变化，磁通密度的增量除以磁场强度的增量所得到的相对磁导率。

$$\mu_p = \frac{1}{\mu_0} \frac{\Delta B}{\Delta H}$$

注：

1. 脉冲磁导率的值受磁通密度或磁场强度的极限影响很大；这些极限不需要零对称。
2. 脉冲磁导率常与矩形电压脉冲作用于激励线圈中的特殊情况相关，在这种情况下，如果没有达到磁化饱和，则磁通密度的波形近似于三角形。

5.17 磁导率上升因数 ( $\delta_H$ ) incremental permeability

与正弦磁场强度的两个给定值相对应的振幅磁导率的相对变化除以磁场强度峰值之差。

$$\delta_H = \frac{\mu_{a2} - \mu_{a1}}{\mu_{a1}(H_2 - H_1)}$$

5.18 增量磁导率 ( $\mu_\Delta$ ) incremental permeability

当一个随时间作周期性变化的磁场且有给定的磁场强度静态值，在给定磁通密度或磁场强度两者之一的振幅条件下，由磁通密度波峰到波谷值和磁场强度波峰到波谷值的比值所求得的对磁导率。

注：

1. 振幅磁导率的注释也适用于此条定义
2. 增量磁导率有利于磁性材料引入磁场强度静态值的方式。此定义表明如果不共线，磁导率将成为张量值交变场和静态场是共线的。

5.19 可逆磁导率 ( $\mu_{rev}$ ) reversible permeability

交变磁场强度趋近于零时增量磁导率的极限值。

$$\mu_{rev} = \lim_{H \rightarrow 0} \mu_\Delta$$

5.20 微分磁导率 ( $\mu_{dif}$ ) differential permeability

与磁通密度的磁化曲线上某给定点的斜率相对应的相对磁导率。

$$\mu_{dif} = \frac{1}{\mu_0} \frac{dB}{dH}$$

## 5.21 回复磁导率 recoil permeability

与回复线的斜率上相对应的磁导率。

5.22 有效磁导率 ( $\mu_e$ ) effective permeability  $\mu_e$ 。(3.15)

对于由不同材料或非均匀材料或两者兼有的材料构成的磁路，有效磁导率等于由假想均匀材料构成的、具有相同尺寸和磁阻的磁路的磁导率。

注：

- 1——在磁路里的不同材料沿着磁通路是串联相连的，且假定磁路的任意横截面的磁导率都恒定，可以应用下面的公式。

$$\frac{1}{\mu_e} \sum \frac{l_i}{A_i} = \sum \frac{l}{\mu_r A}$$

其中：

$l$  为沿磁路测得的横截面均匀的每一段磁芯长度；

$\mu$  为均匀材料的磁导率

- 2——有效磁导率一般适用于具有空气隙的磁心，而且通常限于漏磁通比较小的情况。



5.23 视在磁导率 ( $\mu_{app}$ ) apparent permeability

是在一个按照给定位置绕磁芯的线圈的电感  $L$  和无磁芯时测量同一线圈的电感  $L'$  的比值。

$$\mu_{app} = \frac{L}{L'}$$

## 5.24 磁屏蔽 magnetic shielding

由具有一定厚度的高磁导率材料或超导材料制成的壳体,使外部磁场源的磁通密度经过壳层而达到减弱壳层内部空间磁场强度的作用。同样,壳层内部磁场源的磁通密度被闭合在壳层内部而减弱对外部空间磁场强度的作用。

## 5.25 电感因数 inductance factor

置于—给定磁芯的特殊位置上且规定了—几何尺寸的线圈的电感  $L$  除以线圈匝数  $N$  的平方。

$$A_L = \frac{L}{N^2}$$

$L$ —— 加磁芯的线圈电感

$N$ —— 线圈上的匝数

注:

1—— 电感因数与磁导  $\mu$  有很紧密的关系;是指磁芯阻抗,同时电感因数是指带线圈的磁芯。

2—— 原则上,电感因数可以表示为再 IEV 中定义过的几种磁导率,但是除非特殊说明它通常被认为只适用于场强很小的有效磁导率。

3—— 匝数因数的概念在前面曾被采用。

定义: 绕在给定磁芯指定位置上的一定几何形状的线圈得到的单位电感(通常为毫亨)所需要的线圈匝数。

$$\alpha = N / \sqrt{L}$$

5.26 电感(感应)磁导率  $\mu_L$  Inductance permeability  $\mu_L$ 

对于在对称反复磁化条件下的材料,电感磁导率是由代表磁性试样的电路中测得电感分量计算而得的。假设此电路是由线性电感元件和电阻元件并联组成的。

单位名称为亨每米,单位符号为 H/m。

5.27 理想磁导率  $\mu_{id}$  Ideal permeability  $\mu_{id}$ 

材料同时经受使其趋近饱和(近似正弦)的一定数值的交流磁场强度和给定直流磁场强度的作用,然后将交流磁场强度逐渐减小到零,此时磁通密度与相应的直流磁场强度的比值即为理想磁导率,这样得到的理想磁导率是所加直流磁场强度的函数。

注: 理想磁导率有时称无磁滞磁导率,主要用于弱磁材料和软磁材料的瑞利区。

单位名称为亨每米,单位符号为 H/m。

5.28 阻抗(有效值)磁导率  $\mu_z$ : Impedance (rms) permeability  $\mu_z$ 

当材料在对称反复磁化条件下激磁时所测得的磁通密度峰值与相应表观磁场强度幅值的比值,其表观磁场强度的幅值是由测得的激磁电流有效值计算求得。

注: 用来计算表现磁场强度值的电流幅值是由测得激磁电流有效值乘以  $\sqrt{2}$  而得到的,此时假定总激磁电流即为磁化电流且为正弦波形。



单位名称为亨每米，单位符号为H/m。

### 5.29 增量电感磁导率 $\mu_{\Delta L}$ Incremental inductance permeability $\mu_{\Delta L}$

当材料处于周期反复磁化条件下，交流激磁叠加在直流激磁上所测得电感磁导率。

单位名称为亨每米，单位符号为H/m。

### 5.30 增量弹性磁导率 $\mu'_{\Delta}$ Incremental elastic permeability $\mu'_{\Delta}$

增量磁导率用复数表示时的实部。

此量无量纲。

### 5.31 磁谱 Magnetic spectrum

磁谱的广义含义是指物质的磁性与频率的关系，其狭义的含义则指磁性材料在弱交变磁场中的起始磁导率  $\mu_i$  (或起始磁化率  $k_i$ ) 与频率的关系，磁谱通常指狭义的。

注：磁谱包括复数磁导率的实部  $\mu'$ ，和虚部  $\mu''$  随频率的变化。

### 5.32 铁磁共振 Ferromagnetic resonance

是一种现象。当磁性物质在静磁场和与其相垂直的交变磁场同时作用下，满足一定关系时，张量磁导率各分量的虚部显著增大，这时磁性物质将对交变磁场的右旋分量产生强烈吸收。

注：

(1) 对于无限大的各向同性材料，在均匀磁化下铁磁共振角频率  $\omega_0$  与静磁场  $H_0$  的关系为  $\omega_0 = \gamma H_0$  式中  $\gamma$  是磁性物质的旋磁比。

(2) 在远低于抵消点温度时，铁磁共振和亚铁磁共振无显著区别，可统称为铁磁共振。

### 5.33 自然共振 Natural resonance

是一种现象。当磁性物质在磁晶各向异性场和畴畴结构产生的退磁场作用下，对外加交变磁场所产生的铁磁共振现象。

### 5.34 比总损耗 specific total loss

总损耗(质量)密度 total loss(mass) density

在均匀磁化物质中，被材料质量吸收的总能量除以材料的质量。

### 5.35 总损耗(体积)密度 total loss (volume) density

在均匀磁化物质中，被材料体积吸收的总能量除以材料的体积。

### 5.36 涡流损耗 eddy current loss

由于涡流被物质吸收的能量。

### 5.37 磁滞损耗 hysteresis loss

由于磁滞回线被物质吸收的能量。

### 5.38 转动磁滞损耗 rotational hysteresis loss

当材料处于一个强度恒定的磁场中且磁场的方向随着物质的转动而转动时，被材料所吸收的能量。

### 5.39 剩余损耗 residual loss (3.33)

总损耗减去涡流损耗和磁滞损耗之和所得的差。

注：在磁性材料中，涡流损耗，磁滞损耗和剩余损耗的区分依据至今没有被完全公认。目前关于该名词解释只是基于普遍被接受的技术习惯用法。

5.40 旋磁谐振损耗  $P_0$  gyromagnetic resonance loss  $P_0$  (3.36)

由旋磁共振引起的被材料吸收的功率。

5.41 (磁) (磁) 损耗角  $\delta_m$  (magnetic) loss angle  $\delta_m$  (3.37)

符号不对

磁通密度和磁场强度基波分量之间的相移。

注:

1—— 在相移与涡流损耗、磁滞损耗和剩余损耗有关情况下, 损耗角可用涡流损耗的损耗角  $\delta_F$ , 磁滞损耗的损耗角  $\delta_k$  或剩余损耗的损耗角  $\delta_r$  表示。

2—— 损耗角正切通常用来表示磁性材料的损耗。

$$\tan \delta_m = \frac{\mu''}{\mu'}$$

其中:  $\mu', \mu''$  是复数磁导率 ( $\underline{\mu}$ ) 的实部和虚部。

## 5.42 品质因数 (magnetic) quality

磁损耗角正切的倒数。

5.43 有效品质因数  $Q_e$  effective quality factor  $Q_e$ 

含有磁芯线圈的损耗角正切的倒数。

$$Q_e = \frac{\omega L_e}{R_e}$$

式中  $\omega$  是磁化磁场的角频率,  $L_e$  ( $R_e$ ) 是含磁芯线圈的串联等效电感 (电阻)。

此量无量纲。

5.44 视在 (表现) 品质因数  $Q_{app}$  apparent quality factor  $Q_{app}$ 

在相同频率下, 含有磁芯的线圈的品质因数  $Q_c$  与不含磁芯的线圈的品质因数  $Q_0$  之比。

此量无量纲。

## 5.45 磁损耗电阻 magnetic loss resistance

代表绕组或其他耦合设备磁路的等效电路中的串联或并联电阻, 消耗的功率等于在磁路中的磁损耗。

5.46 (磁) 损耗因数 ( $\frac{\tan \delta_m}{u_r}$ ) (magnetic) loss factor

磁损耗的正切除以相对磁导率。

$$\frac{\tan \delta_m}{u_r} = \frac{u''}{(u')^2}$$

其中:  $\mu', \mu''$  是复数磁导率 ( $\underline{\mu}$ ) 的实部和虚部。

## 5.47 雷利区 Rayleigh region



这一图形表示材料磁通密度和磁场强度的关系；雷利区是在原点附近的区域，其中磁通密度可以描述为场强的二次方函数。

$$\frac{B}{u_0} = (u_i + v\hat{H})H \pm \frac{v}{2}(\hat{H}^2 - H^2)$$

其中：

B —— 磁通密度

$U_0$  —— 磁常数

$u_i$  —— 初始磁导率

H —— 磁场强度

$\hat{H}$  —— H 的峰值

v —— 雷利磁滞系数

#### 5.48 材料磁滞常数 ( $\eta_B$ ) hysteresis material constant

运行在雷利区的磁性材料中，由于磁滞所产生的磁损耗因数除以磁通密度的峰值。

$$\eta_B = \frac{\tan \delta_h}{u_r \hat{B}}$$

#### 5.49 磁芯磁滞常数 ( $\eta_i$ ) hysteresis core constant

运行在雷利区的磁芯中，由于磁滞产生的磁损耗角的正切除以测量线圈中产生的电流峰值和测量线圈的电感 L 的平方根。

$$\eta_i = \frac{\tan \delta_h}{\hat{i} \sqrt{L}}$$

注：磁芯磁滞常数 ( $\eta_i$ ) 和材料磁滞常数 ( $\eta_B$ ) 的关系表达如下：

$$\eta_i = \eta_B \sqrt{\frac{u_0 u_e^2}{V_e}}$$

其中： $u_e$  —— 有效磁导率

$V_e$  —— 有效体积

#### 5.50 乔丹图表 Jordan diagram

以频率为参数，表示损耗角正切或某些密切相关的量同在瑞利区的磁场强度的函数关系图。

#### 5.51 视在功率（质量）密度 apparent power (mass) density

在均匀磁化的物质中，传输给物体的视在功率除以物体的质量。

#### 5.52 视在功率（体积）密度 apparent power (volume) density

在均匀磁化的物质中，传输给物体的视在功率除以物体的体积。

#### 5.53 损耗各项异性因子 (T) loss anisotropy factor

对于电工钢，磁性损失  $P_{90}$  和  $P_0$  两项之差与两项之和的比值。该比值用百分比来表示：



$$T = \frac{P_{90} - P_0}{P_{90} + P_0} \times 100\%$$

其中:

$P_{90}$  是垂直于轧制方向测得的磁性损耗。

$P_0$  是沿轧制方向测得的磁性损耗。

注:  $P_{90}$  和  $P_0$  的测量在同一条件下进行。

#### 5.54 给定角度的损耗各向异性因子 ( $T_L$ ) loss anisotropy factor (at a given angle)

对于电工钢, 磁性损耗  $P_a$  和  $P_0$  两项之差与  $P_0$  的比值。该比值用百分比来表示:

$$T_L = \frac{P_a - P_0}{P_0} \times 100\%$$

其中:

$P_a$  是与轧制方向呈  $\alpha$  角测得的磁性损耗;

$P_0$  是沿轧制方向测得的磁性损耗。

注:

1— $P_a$  和  $P_0$  的测量在同一条件下进行。

2—给定角度的损耗各向异性因子在概念上和数字上都不同于损耗各向异性因子  $T$ 。

#### 5.55 磁场强度各向异性因子 ( $T_H$ ) magnetic field strength anisotropy factor

对于电工钢, 磁场强度各向异性因子可表示为:

$$T_H = \frac{\hat{H}_a - \hat{H}_0}{\hat{H}_0} \times 100\%$$

其中:  $\hat{H}_a$  为与轧制方向呈  $\alpha$  角测得的磁场强度的峰值;

$\hat{H}_0$  为沿轧制方向测得的磁场强度的峰值。

注:  $\hat{H}_a$  和  $\hat{H}_0$  的测量在同一条件下进行。

#### 5.56 磁屏蔽因数 $S$ magnetic shielding factor $S$

均匀分布的外磁场  $B_e$  与放置磁屏蔽后内部同一点磁场  $B_i$  之比。

$$S = B_e / B_i$$

注:

1 实际应用中通常采用同样定义下的屏蔽效率

$$S_E = 20 \lg \frac{B_e}{B_i}$$

$S_E$  的单位名称为分贝; 单位符号为 dB。

2 对于交变磁场,  $S$  与交变场幅度及频率有关。

3 非均匀分布的近源场,  $S$  与近源场的距离及磁场分布有关。



此量无量纲。

5.57 并联电抗系数  $X_p / N^2$  Parallel reactance coefficient  $X_p / N^2$

置于给定磁芯规定位置上的指定几何形状的线圈，其并联电抗 ( $X_p$ ) 除以线圈匝数 (N) 的平方。

注：并联电抗是用并联参数形式表示的阻抗的电抗分量。

单位名称为欧姆，单位符号为  $\Omega$ 。

5.58 并联电阻系数  $R_p / N^2$  Parallel resistance coefficient  $R_p / N^2$

置于给定磁芯规定位置上的一定几何形状的线圈，其并联电阻 ( $R_p$ ) 除以线圈匝数为 (N) 的平方。

注：并联电抗是以并联参数形式表示的阻抗的电阻分量。

单位名称为欧姆，单位符号为  $\Omega$ 。

## 6 磁性材料 magnetic bodies

### 6.1 磁化 to magnetize

使物体产生磁化感应

### 6.2 永磁体 Permanent magnet

不需要功率来维持其磁场的磁体。

### 6.3 电磁体 Electromagnet

需要电源供电维持其磁场的磁体。

注：电磁铁相当于一个带有空气隙的软磁磁芯线圈。当线圈中通过电流使磁芯磁化时，气隙中的磁通由磁芯中的磁通密度决定。电磁铁就是据此原理制成的产生较强磁场的一种磁化装置。

### 6.4 超导磁体 Superconducting magnet

用超导材料绕制的磁体。

### 6.5 磁路 Magnetic circuit

主要为磁性材料介质的组合，形成一个磁通可以流过的闭合回路。

### 6.6 (磁性)磁芯 (Magnetic) Core

1含有磁性材料的磁路中的零件。

2打算放置在线圈内部的磁路零件。

### 6.7 叠片(磁性)磁芯 Laminated (Magnetic) core

由片状软磁材料切割而成的磁芯，叠片平行堆叠且片间用电气绝缘物隔开。

### 6.8 磁粉磁芯 Magnetic powder core

由一种致密的、电气上绝缘的磁粉颗粒组成的磁芯。

### 6.9 带绕磁芯 Strip-wound (magnetic) core

由一条或多条软磁材料窄带螺旋地一层层卷绕而成的磁芯，层间用电气绝缘物隔开。

### 6.10 存储磁芯 Magnetic memory core

用于存储器的矩磁磁芯。

### 6.11 磁头 Magnetic head



将电信号转换成磁通变化或将磁通变化转换成电信号的换能器。

#### 6.12 磁头芯 Magnetic head core

磁头中由磁性材料制成并构成磁路的部分。

#### 6.13 (磁)记录载体(介质) (Magnetic) recording medium

能以剩磁形式保存信号的磁性材料

注：通常，记录载体可制成圆盘形的称为磁盘，或将可磁化材料涂(或镀)在非磁性带基上构成带状记录载体称为磁带。

#### 6.14 衔铁Keeper

1放置在横跨永磁体两磁极间的一块磁性材料，以减小磁路的磁阻或阻止自退磁。 2用来减小磁数据存储器中磁路磁阻的一块磁性材料。

#### 6.15 磁轭 Yoke

磁路的一部分，其主要功能是为磁通提供一个低磁阻的通路。

#### 6.16 磁层Magnetic coating

1在磁记录技术中，磁带上用以记录信号的部分，一般由可磁化的材料与粘合剂混合而成并涂于带基上，有时也可由可磁化材料直接涂(或镀)于带基上。

2在地磁学中，在太阳风和地磁场的相互作用下，地磁场的磁力线被太阳风压缩在一个有限的空间区域内，而太阳风却被地磁场阻挡在这个区域之外，对太阳风而言，这个区域成了一个空腔，而地磁场完全被局限在这个空腔之内，这个具有磁场的空腔称为磁层。

注：

1磁层由磁鞘、磁层顶和磁尾组成。

2在地磁学中“磁层”的英文名称为“Magnetosphere”。

#### 6.17 磁粉Magnetic powder

具有软磁或硬磁特性的磁性粒子。

注：在磁记录技术中是指磁层中使用的粉状磁性材料。

#### 6.18 退磁曲线 Demagnetization curve

位于磁滞回线的第二象限或第四象限部分，除另作说明外，总是指用单调变化的磁场从饱和态退磁。

#### 6.19 退磁 to demagnetize

顺着退磁曲线磁性材料中的磁通密度慢慢减少。

注：这一定义主要应用在永磁技术上。

#### 6.20 (自)退磁场 Demagnetizing field (self)

由于磁化强度沿磁路的不连续而在磁性材料中产生的磁场。

#### 6.21 退磁因子N Demagnetizing factor N

均匀磁化的物体，其磁化强度乘以该因子后得到自退磁场。

注：

1只有物体是椭球时才能被一个初始时是均匀磁场均匀的磁化，此时，其退磁因子与磁化强度无关，且三个主轴的退磁因子之和为1。对一般磁化强度不均匀的磁体，只要说明条件，就可给退磁因子一个平均值



2在永磁技术中，用退磁因子描述负载线的斜率。

此量无量纲。

#### 6.22 BH积 (磁能积) BH product (Magnetic energy product)

在永磁体的退磁曲线任意点上，磁通密度B与磁场强度H的乘积。它是单位体积永磁体产生的外磁场中储存的中能量的量度。

注：

1 用  $(BH)_{\max}$  表示在退磁曲线上得到的最大值。

2 每单位体积的永磁体在它产生的外磁场中的储存的能量为

$$W = BH / 2$$

单位名称为千焦每立方米，单位符号为  $\text{kJ} / \text{m}^3$ 。

#### 6.23 BH积曲线(磁能积曲线) BH Product curve

以永磁体的退磁曲线上所对应的各BH积值为横坐标，m对应点的磁通密度B为纵坐标，求得的曲线。

注：若用图表示，通常将退磁曲线画在第二象限，而BH积曲线画在第一象限。

#### 6.24 凸度因子 $\gamma$ Fullness factor $\gamma$

永磁体的最大BH乘积与其剩磁和矫顽力乘积之比。

$$\gamma = \frac{(BH)_{\max}}{B_r H_{OB}}$$

注：此因子是用来绘出退磁曲线的形状，但对具有高矫顽力的材料是不适用的。例如对  $H_{OB} \approx \frac{B_r}{\mu_0}$  的材料， $\gamma$  可能的最大值是0.25。因此， $\gamma$  接近于1就不表明退磁曲线趋近于理想的程度。为此建议附加一些因数，最基本的是用与磁极化强度有关的凸度因子  $\gamma'$ ：磁极化强度和磁场强度乘积的最大值  $(JH)_{\max}$  除以剩磁(顽磁)  $B_r$  与磁极化强度有关矫顽力  $H_{c1}$  的乘积。理论上这个因子的最大值为1。

此量无量纲。

#### 6.25 回复状态 Recoil state

改变磁路磁阻或减少外部磁化场强度，使得永磁体内部的磁场减小时，永磁体所处的状态。

#### 6.26 回复线(曲线)(回线) Recoil line (curve) (loop)

经过回复状态的磁滞回线或该回线的一部分。

注：实际上，回复回线通常与一条直线近似；

#### 6.27 探测线圈的匝面积 area turns (of a search coil)

探测线圈的有效面积与匝数的乘积。

#### 6.28 工作点 Working point

磁路中由永磁材料的磁通密度和磁场强度构成的一个坐标点。

#### 6.29 负载线 Load line

在一个给定的磁路中，因磁化强度大小的变化而形成的永磁材料工作点的轨迹。

#### 6.30 漏磁通 $\Phi_L$ Leakage flux $\Phi_L$

不通过主磁路的那部分磁通。





注：此术语及漏磁系数术语在使用时相当不严格。因此对其下精确的定义是不适当的，所给出的定义只是表达一般可接受的概念，但对有些特殊情况来水，这些定义可能被认为是不合适的。

单位名称为韦，单位符号为Wb。

6.31 漏磁系数  $\delta$  Magnetic leakage factor  $\delta$

总磁通与有效磁通之比。

此量无量纲。

6.32 [空气]隙 (Air) Gap

磁路中磁性部件的空隙。它相对于磁路的长度来说很短且为磁力线所穿过。

单位名称为米，单位符号为m。

6.33 磁阻系数  $\alpha_{RH}$  Reluctance coefficient  $\alpha_{RH}$

永磁体的磁动势(磁通势)与工作气隙中磁位差之比。

注：磁位差是指沿工作气隙磁路的磁场强度的线积分。

此量无量纲。

6.34 充磁 Magnetizing

永磁体在外磁场中被磁化称为充磁。

注：实用中，充磁所需要的外磁场强度至少应达到被磁化永磁体矫顽力的3至5倍。

6.35 激磁(励磁) Excitation

利用电流来产生通过磁路的磁通。

6.36 磁轴 Magnetic axis

磁体磁矩的轴。

6.37 磁体的磁极 Poles of a magnet

磁体上集中发散出外磁场的部分。

6.38 (磁)极面 (Magnetic) pole face

有效磁通穿过的磁体表面。

6.39 北极(北极面) North pole [North pole face]

外磁通密度离开的磁体的那个磁极(极面)。

注：磁体的北极受靠近地球的地理北极很近的地磁极所吸引，所以实用中也称指北极或正极。

6.40 南极(南极面) South pole [South pole face]

外磁通密度进入的磁极(极面)。

注：磁体的南极受靠近地球的地理南极很近的地磁极所吸引，所以，实用中也称指南极或负极。

6.41 极性 Polarity

表示外磁通密度方向的磁体的(北和南)极(或极面)的定性术语。

6.42 中性线 Neutral line

磁体表面上磁通密度的法线分量为零的那些点的轨迹。

注：中性线把表面分成极性相反的区域。



## 6.43 磁引力 Magnetic pull

极性相反的两个磁极之间的吸引力。

注：在由一个很小的气隙分隔开的两个平行极面情况下，磁引力  $F$  由下式给出：

$$F = \frac{1}{2\mu_0} \int B^2 dA$$

式中  $\mu_0$  为磁常数； $B$  是磁极表面的磁通密度； $A$  是极面的表面积。

单位名称为牛，单位符号为N。

## 6.44 磁斥力 Magnetic push

极性相同的两个磁极之间的排斥力。

单位名称为牛，单位符号为N。

6.45 磁芯电感参数(磁芯因数)  $c_1$  Core inductance parameter(Core factor)  $c_1$ 

对于一个给定几何形状的磁芯，沿其磁路理论上的中线测得的元磁路长度  $l$  与相应的元横截面积  $A$  之比的总和。

$$c_1 = \sum \frac{1}{A}$$

单位名称为每米，单位符号为  $m^{-1}$ 。

6.46 磁心磁滞参数 磁芯因数  $c_2$  Core hysteresis parameter(Core factor)  $c_2$ 

对于给定几何形状的磁芯，沿其磁路理论上的中线测得的元磁路长度  $l$  与相对应的元横截面积  $A^2$  的平方之比的总和。

$$c_2 = \sum \frac{1}{A^2}$$

单位名称为每立方米，单位符号为  $m^{-3}$ 。

## 6.47 磁路的有效尺寸 Effective dimensions of a magnetic circuit

对于一个给定几何形状的磁芯，假设一个径向薄且横截面积均匀的环形磁芯在瑞利区内的磁特性与给定几何形状的磁芯等效，则此环形磁芯所具有的磁路长度，横截面积和体积称为给定磁芯的有效尺寸。

注：(1)有效尺寸是：

有效横截面积

$$A_e = \frac{c_1}{c_2}$$

有效磁路长度

$$l_e = \frac{c_1^2}{c_2}$$

有效体积

$$V_e = \frac{c_1^3}{c_2^2}$$

因此

$$c_1 = \frac{l_e}{A_e}$$



$$c_2 = \frac{l_e}{A_e^2}$$

$$V_e = l_e A_e$$

(2) 若可以认为磁化强度是均匀一致的, 例如在艾波斯坦方圈中, 上述这些公式也可以应用于瑞利区以外的磁路中。

单位名称  $c_1$  为每米, 单位符号为  $m^{-1}$ 。

$c_2$  为每立方米, 单位符号为  $m^{-3}$ 。

$V_e$  为立方米; 单位符号为  $m^3$ 。

6.48 有效质量(有功质量)  $m_e$  Effective mass(Active mass)  $m_e$

在给定条件下, 一个磁体认为被有效磁化了的质量。

单位名称为千克或公斤, 单位符号为kg。

6.49 有效(有功)质量因数 Effective(Active) mass factor

磁体有效质量与总质量之比。

此量无量纲

6.50 (叠片或带绕磁芯的)叠装系数(占空因子)  $f$

Lamination factor (Stacking factor) (Of a laminated or stripw-wound core)

磁性合金所占的横截面积与迭片堆积的(或磁芯组件的)横截面积之比。

此量无量纲。

6.51 定向比 OR Orientation ratio OR

磁记录介质定向方向的剩磁与垂直于定向方向的剩磁之比。

此量无量纲。

6.52 填充系数  $\varepsilon$  Stuff up coefficient  $\varepsilon$

磁粉的填充密度  $\rho$  与磁粉的理论密度  $\rho_0$  之比。

$$\varepsilon = \frac{\rho}{\rho_0}$$

此量无量纲。

6.53 磁记录 Magnetic recording

根据局部磁化原理, 输入、存储和输出信息的技术。

6.54 横向磁化 Transverse magnetization

6.54.1 磁记录技术中

已录剩余磁化强度的主要分量平行于磁滞平面且与磁带运动方向垂直的磁化方法。

6.54.2 微波技术中

静磁场方向与波的传播方向相垂直的磁化。

6.54.3 在软磁材料或硬磁材料或器件中与易磁化方向相垂直的平面或方向上的磁化。

6.55 纵向磁化 Longitudinal magnetization

6.55.1 在磁记录技术中



已录剩余磁化强度的主要分量平行于磁带运动方向的磁化方式。

#### 6.55.2 在微波技术中

静磁场方向与波的传播方向一致时的磁化。

#### 6.55.3 在软磁材料或硬磁材料或器件中与易磁化方向相平行的平面或方向上的磁化。

#### 6.56 垂直磁化 Perpendicular magnetization

在磁记录技术中，已录剩余磁化强度的主要分量垂直于磁带平面的磁化方式。

#### 6.57 基准带 Reference tape

具有规定特性选作基准的空白磁带。用以与其他磁带作比较或测量磁带记录设备的特性。

#### 6.58 校准带(测试带) Calibration tape

注：

1 被叠加的静态磁场一般是由直流电流产生的磁场，也可以是永磁体产生的磁场。

2 在磁记录技术中，录音过程中为使信号磁场作用于磁带磁化曲线的线性部分而叠加的高频或静态磁场。

#### 6.59 偏磁 Biasing

为了改变磁路中磁性体的磁化状态，在其主磁化磁场（交变的或静态的）上叠加一个适当的（静态的或交变的）磁场，被叠加的磁场称为偏置磁场，简称偏磁。

注：

1 被叠加的静态磁场一般是由直流电流产生的磁场，也可以是永磁体产生的磁场。

2 在磁记录技术中，录音过程中为使信号磁场作用于磁带磁化曲线的线性部分而叠加的高频或静态磁场。

#### 6.60 偏磁电流 Biasing current

产生偏磁场的电流。

注：在磁记录技术中，流经记录头线圈产生偏磁场的电流。

#### 6.61 基准偏磁 Biasing current

基准带的最佳偏磁。

#### 6.62 磁带相对灵敏度 Relative tape sensitivity

在被测磁带和基准带上，以相同音频电流和各自的最佳偏磁电流录音，所录两磁平之差。

单位名称为分贝，单位符号为 dB。

#### 6.63 最高录音磁平 Maximum output level

达到规定失真度(频率小于或等于 1kHz 时)或磁饱和(频率大于或等于 10kHz)时，磁带上所能记录的带磁通。

单位名称为分贝，单位符号为 dB。

#### 6.64 参考磁平 Reference level

录音机和磁带进行电声性能测量时，选作基准的磁平。

#### 6.65 录音磁平 Recorded level

磁带上已录信号的磁平，相对于参考磁平的数值。

单位名称为分贝，单位符号为 dB。



## 6.66 录像(磁)带 Video tape

录放视频信号等的磁带。

## 6.67 磁迹 Magnetic track

记录头在磁带上磁化的痕迹。

## 6.68 视频磁迹 Video track

记录视频信号的磁迹。

6.69 地磁场  $B_T$  Geomagnetic-field  $B_T$ 

地球具有的磁场。

注:

1 地磁场近似于一个置于地心的偶极子的磁场, 偶极子的磁轴  $N_m S_m$  和地轴 NS

斜交一个角度  $\theta_0 = 11.5^\circ$ 。

2 地磁场是一个矢量场, 也是一个弱磁场。在地面上, 地磁场的平均值  $B_T = 0.5 \times 10^{-4} T$

在地磁学中常采用  $1nT = 10^{-9} T$  为单位, 简称为纳特。

## 6.70 地磁要素 Geomagnetk element

描述地磁场特征的量, 包括磁偏角  $D$ , 磁倾角  $I$ , 地磁场的总磁感应强度  $B_T$  及地磁场的各分强度如水平强度(或水平分量)  $H$ , 北向强度(或北向分量)  $X$ , 东向强度(或东向分量)  $Y$  和垂直强度(或垂直分量)  $Z$  等, 这 7 个物理量都称为地磁场的要素。

注:

1 水平分量  $H$  所指的方向是指南针的正极  $N$ , 称为磁北。

2 地磁要素均随时间不断变化, 这种变化称为地磁要素的变化。

## 6.71 地磁图 Geomagnetk chart

绘制在地图上的各个地磁要素的等值线图。用以表示地磁场在地面上的分布规律。

注: 在地图上标出各个测点的某个地磁要素的数值(已化为同一时刻的数值), 再把数值相等的各点连结起来的光滑曲线称为某要素的等值线图。

如磁偏角数值相等的曲线, 称为等偏线圈, 其他则有等倾线图, 水平强度等值线图, 垂直强度等值线图等等。

## 6.72 磁照图 Magaetogram

以时间为纵坐标, 基线为横坐标, 用地磁自动记录仪通过照相纸记录下地磁各要素的周期、相位、振幅随时日的变迁而产生的种种变化(此变化称为磁变化)的连续曲线(此曲线称为磁变曲线)图。

注: 磁照图给出的地磁各要素是相对于基线的相对值, 其绝对值需进行绝对测量确定。

6.73 太阳静日变化  $S_q$  Solar quiet day Variation  $S_q$ 

地磁各要素的振幅、相位随地方时的周期性变化。其周期等于一个太阳日(一昼夜, 24 小时)。

注:

1 地磁日变化在相位上的特点常用极值出现的时间来表述, 地磁日变化的强度是用日变幅(振幅的最大值与最小值之差)来表示。



2 地磁场的平静变化是连续的，较有规律且有确定的周期，它包括太阳静日变化  $S_q$  和太阳日变化  $L$ 。

#### 6.74 磁扰 Magnetic disturbance

地磁场的干扰变化。

最重要的磁扰有以下几种：

6.74.1 由粒子流扰动场和环电流扰动场构成的磁暴时变化  $D_{st}$

6.74.2 由地磁亚暴和磁扰日变化构成的极光区磁扰。

注：地磁亚暴 DPI 常称为湾扰 B；叠加在磁暴中的扰日变化又常称为磁暴时扰日变化。

6.74.3 地磁脉动是短周期的地磁变化

#### 6.75 磁暴 Magnetk storms

全球同时发生的强烈磁扰，强度定为磁情指数  $K \geq 5$ 。

注：磁暴是粒子流扰动场与环电流扰动场相继出现构成的一种形态特殊的地磁变化。其主要效应是使地磁场水平分量减小。磁暴的形态，在磁暴开始以后的最初几个小时以内，水平分量主要是增大(这部分称为磁暴的初相)，接着，迅速减小，约经过几小时或十几小时，减小到最小时(这部分称为磁暴的主相)，然后，水平分量又逐步回升，约经过一天或几天才恢复到正常的日变形态(这部分称为磁暴的恢复相)。这种特殊形态的地磁变化就是磁暴时变化  $D_{st}$ 。

#### 6.76 地磁指数 Geomagnetic index

把一定时间内地磁要素变化的特征用反映地磁场变化和受干扰程度的分级指标和物理量来描述，这些分级指标和物理量称为地磁指数。

注：(1)地磁指数分类：

a. 一类是各个地磁台站采用的地区性指数，分别描述某个纬度地区的每日地磁扰动的强度。常用的如下：

a.1  $C$  指数，称为磁情记数，是定性的分级指数。取 0、1、2 共 3 级。

a.2  $K$  指数，称为三小时指数或磁情指数。 $K$  从 0 至 9 共分 10 级。

a.3  $A_k$  指数，称为等效日幅度。

a.4  $a_k$  指数，也称等效三小时幅度。由  $K$  指数出来。

b. 另一类是全球性指数，描述全球范围内每日地磁扰动的强度。常用的如下：

b.1  $C_i$  指数，称为国际磁情记数。 $q$  从 0.0 至 2.0 共 21 级

b.2  $K_p$  指数，称为行星性三小时指数或国际磁情指数  $K_p$ ，取值从  $0_0$  至  $9_0$  共 28 级。

b.3  $A_p$  指数，称为等效行星性日幅度。 $a_p$  指数称为等效行星性三小时幅度，由  $K_p$  指数导出。

b.4  $C_p$  指数，称为全日行星性磁情记数。 $C_p$  指数是以  $a_p$  指数为基础进行分级，从 0.0 至 2.5 共分 26 级。

b.5  $u$  指数，表示每月和每年全球地磁扰动强度的指数。

(2)国际磁情服务机构利用  $K_p$  指数每月选定 5 个磁静日和 5 个磁扰日，定期公布供 全球统一采用，分别称为国际磁静日和国际磁扰日。

a 还有一类是专门描述某些磁扰强度的指数。

a.1  $D_{st}$  和 DS 指数，主要是描述环电流干扰场强度和其经度不对称性的指数。

a.2 AU 和 AL 及 AE 指数，主要是描述极区地磁亚暴强度的指数。

以上各类地磁指数的分级、计算方法等均有相应的技术约定。



(3) 利用地磁指数可以区分磁静日和磁扰日及每日的静扰程度。磁静日是指地磁变化保持正常日变形态而无显著地磁扰动的日子。磁扰日是指发生了显著的地磁扰动导致地磁变化失去正常日变形态的日子。

#### 6.77 通化 Reduction

将所观测到的地磁各要素的数值归算到某一特定日期的工作叫通化。

注:

1 通化的内容和目的是把地磁场测量资料中的变化磁场和长期变化消除出去,以便得到各个地磁测量点在某一时刻的基本磁场,即变化磁场的改正及年变率的改正(或称为长期变化的改正)。

2 世界地磁图每五年画一次,一般选某一年的1月1日或7月1日,前者称为某一年零年地磁图,后者称为某一年地磁图(也有称为某一年代地磁图的)。

#### 6.78 磁化装置 magnetizing apparatus

产生可供利用的磁化场的设备。

#### 6.79 亥姆霍兹线圈 Helmholtz coil

由半径相同,结构完全一样的两个圆线圈组成,其线圈平放置且两轴心平面之间的距离等于其半径,其线圈常数可以以最高的精确度计算,能产生均匀磁场的设备。

#### 6.80 康贝尔线圈 Compbell coil

由相隔一定距离,结构完全一样的两个同轴,相互串联的单层圆柱形线圈组成初级绕组,在这种“断裂式”绕组的对成平面内,有一个绕组场强为零的圆,在这个圆的区域内放置一个与初级绕组同轴的多层圆柱形线圈组成次级绕组,构成康贝尔线圈。结果,磁通链与直径的微小变化或次级绕组的布置关系不大,其线圈常数可以以最高的精确度计算。

#### 6.81 螺线管 Solenoid

具有小螺旋绕组的向筒形线圈。

注:它的轴向尺寸通常比其径向尺寸大得多。

#### 6.82 超导螺线管 Superconducting solenoid

用超导材料绕制的螺线管。

#### 6.83 艾泼斯坦方圈(艾泼斯坦检测架) Epstein square (Epstein test frame)

用以测量片状磁性材料样品磁性能的装置。上述样品中的一部分以均匀扁平矩形条带迭层形式围绕方圈四边排列,构成闭合磁路,其每条边都绕以包围样品的测试线圈。

#### 6.84 双搭接接头 Double-lapped joint

材料两叠片之间的连接,以扁平条片的形式平卧到公共平面上且相互连接,形成一个直角,在整个宽度上插入相互交叉的条片。

#### 6.85 磁导计 Permeaneter

用来测定磁性材料样品的磁通密度和磁场强度之间关系的一种装置。样品可以是扁平条片的叠片形式,扁平矩形或直棒形且将其置于一个带有测试绕组的线圈骨架中心,样品末端伸出线圈骨架之外,使磁路由一个或几个磁轭完全闭合。

#### 6.86 磁秤 Magnetic balance

根据物体的磁矩在非均匀磁场中受到一个沿磁场梯度方向的力的作用,此力的大小正比于磁场梯度和物体的磁矩的原理制成的仪器。



## 6.87 冲击检流计 BalHsdc galvanometer

根据脉冲电量或瞬时电动势通过可动部分，由其每次摆动幅值确定被测量的检流计。

## 6.88 磁通计 Fluxmeter

利用电磁感应定律，测量感应电动势对时间的积分原理制成的测量磁通量变化的直读仪表。

## 6.89 特斯拉计 Teslameter

以特斯拉为单位，测量磁通密度的仪器。

注：一般是利用霍尔效应、磁电阻效应、磁光效应、约瑟夫森效应、电磁感应原理，铁磁材料磁饱和特性，光激化塞曼效应，磁共振原理等制成的仪器。

## 6.90 磁强计 Magnetometer

测量磁场的仪器。

## 6.91 振动样品磁强计 Vibrating specimen magnetometer

利用样品在磁场中受迫振动时，在探测线圈中产生的感应电动势，计算出样品的磁特性的仪器。

## 6.92 磁通门磁强计 Fluxgate magnetometer

根据铁磁材料在缓变磁场和交变磁场同时作用下的非线性性质，用高导磁率软磁合金铁心作为传感器，将其在饱和交变磁场磁化条件下放入被测缓变磁场中，则传感器线圈的感应电势变为非对称性，其偶次谐波与被测磁场成正比。由此制成的磁强计称为磁通门磁强计(又称磁饱和式磁强计或铁磁探头式磁强计)。主要用来测量弱磁场。

## 6.93 光泵磁强计 Optical pumping magnetometer

利用圆偏振光激发待测磁场中的气体原子系统产生其塞曼子能级之间粒子数差，从而观测磁共振效应的原理制成的磁强计。主要用来测量弱磁场。

## 6.94 无定向磁强计 Undirectional magnetometer

利用铁磁体之间或铁磁体与电流之间的磁相互作用原理制成的磁强计。都主要用来测量磁矩。

## 6.95 超导量子磁强计 Superconducting Quantum magnetometer

是根据约瑟夫森效应应用含有约瑟夫森结的超导环作为磁通探测做成的磁强计，也称为 SQUID 磁强计。

注：

1 因为含结超导环具有由约瑟夫森电流引起的超导量子干涉现象，故人们称这种环为超导量子干涉器，简称超导干涉器，也称 SQUID(Superconducting Quantum Interference Device 的缩写)。

2 超导量子磁强计分为双结磁强计和单结磁强计，它们均可做成数字式的和锁定式的及数字一模拟式的三种型式。

3 实际应用中双结超导干涉器和单结超导干涉器分别用直流电流和射频电流偏置，所以也分别称为直流超导量子干涉器(DC-SQUID)和射频超导量子干涉器(RF-SQUID)。

## 6.96 脉冲强磁场装置 Pulse Strong magnetic field apparatus

由特殊设计的发电机或电容器放电，给螺线管供电，产生脉冲强磁场的一种装置。

## 6.97 艾泼斯坦测量装置 Epstein measuring apparatus

用艾泼斯坦方圈磁化样品，借助各种电磁测量仪器、仪表组成磁路。用以测量硅钢片的磁特性的装置。

## 6.98 单片磁性钢片和钢带比总损耗测量仪 Single sheet tester

测量单张的磁性钢片和钢带的比总损耗的装置。





## 6.99 矫顽力计 Coercimeter

专门用于测量磁性材料(静态或动态)矫顽力的仪器。

## 6.100 静态磁特性测量装置 DC BH meter

利用磁通积分器作积分运算和显示的直流磁特性测量装置。

注:磁通积分器可以是冲击检流计,磁通计或电子式积分器。

## 6.101 音频磁特性测量装置 AC BH meter

1 利用各种类型的交流测磁电桥测量软磁材料基波参量的装置。

通常基波参量是指在音频范围内,给定频率和磁通密度峰值下的磁特性。

2 利用伏-安法原理测量软磁材料音频范围内的磁特性的装置。

3 利用量热法测量软磁材料磁特性的装置。

## 6.102 微机控制磁特性测量系统 Microcomputer controlled BH measuring system

用微机进行自动控制和数据处理的磁特性测量系统。

## 6.103 磁通量具 Magnetic flux measure

是复现磁通量值的实物,它是由电气上相互绝缘的两个空心线圈构成,其中一个线圈所较链的磁通是由另一个线圈中的电流产生的。

注:根据不同的准确度要求,磁通量具可分为基准、标准和一般工作量具。

6.104 3 磁通常数  $K_{\Phi}$  Magnetic flux constant  $K_{\Phi}$ 

是磁通量具的基本物理参数。当其中一个线圈中通过单位电流时与另一个线圈所较链的磁通量称为磁通量具的磁通常数。

注:磁通常数也称互感系数,用M表示,单位名称为亨,单位符号为H。

单位名称为韦每安,单位符号为Wb/A。

## 6.105 磁场强度(磁通密度)量具 Magnetic field strength (Magnetic flux density)measure

是复现磁场强度(磁通密度)量值的实物。它可分为两类,一类是绕组通以电流的线圈形式,如亥姆霍兹线圈,螺线管电磁铁等,均称为磁场(磁通密度)线圈;另一类是永磁体形式的量具。

注:根据不同的准确度要求,磁场强度(磁通密度)量具可分为基准、标准和一般工作量具。

6.106 磁场(磁通密度)线圈常数  $K_H$  ( $K_B$ )Magnetic field (Magnetic flux density) coil coefficient  $K_H$  ( $K_B$ )

是不含磁芯的磁场强度(磁通密度)量具的基本物理参数。当磁场(磁通密度)线圈通以单位电流时,在其几何中心处产生的磁场强度(磁通密度)值称为磁场(磁通密度)线圈常数。

单位名称为安每米安;(特每安),单位符号为A/(m·A); (T/A)。

## 6.107 探测线圈 Searching coil

利用电磁感应现象,测量磁通变化的已知线圈常数的线圈。

6.108 探测(测量)线圈常数  $K_{SN}$  Searching coil coefficient  $K_{SN}$ 

是探测(测量)线圈的基本物理参数,其值等于线圈各线匝的面积之和。

单位名称为平方米,单位符号为 $m^2$ 。



## 6.109 磁矩量具 Magnetic moment measure

是复现磁矩量值的实物。可分为两类：一类是由尺寸比例不同的球形或圆柱形的永久磁铁构成，每个量具所复制的磁矩单位值均是一个严格的确定值；另一类则是由已知各线匝总面积的线圈，通以恒定电流构成，根据不同的电流，可以得到不同的磁矩值。

## 6.110 磁性材料试样 Testing specimen of magnetic material

在规定条件下，用于确定磁性材料磁特性参数值的测试样品。它的作用是判别该测试样品所代表的磁性材料磁性能的优劣或合格与否。

## 6.111 磁性材料标准样品 Standard specimen of magneticve material

是指由计量部门按规定的技术条件制做，给出磁性材料磁特性参数值，经一定时间考核，性能稳定，再经国家最高计量部门正式批准作为标准量具使用的磁性材料样品。

注：

- 1 “磁性材料标准样品”的作用是用来校准或评定测量磁性材料磁特性的仪器(仪表)或装置的误差。
- 2 “磁性材料标准样品”性能的高低不作为判别该样品所代表的材料性能优劣的依据。

## 6.112 磁通密度基准 Magnetic flux density standard

利用亥姆霍兹线圈，采用核磁共振法，通过测定共振频率 $\omega_p$ 而获得的磁通密度B值，用以复现磁通密度单位，其公式为：

$$B = \frac{\omega_p}{\gamma_p}$$

式中 $\gamma_p$ 为质子旋磁比。

1988年我国复现召值的不确定度为 $0.74 \times 10^{-6}$ ‘

注：

- 1 弱磁法测定斥，值的整套装置即为复现磁通密度单位的基准装置。
- 2 亥姆霍兹线圈常数rD值为2号线圈：

$$K_{02} = 2.28060272 \times 10^{-4} \text{ T/A}$$

其不确定度为 $0.56 \times 10^{-6}$

单位名称为特，单位符号为T

## 6.113 磁通工作基准 Magnetic flux working standard

采用康贝尔线圈(初、次级绕组均绕在石英骨架上)的计算值。用以复现磁通单位，其值完全取决于线圈的设计、加工及其几何尺寸的精密测量和相应的修正。

由计算得到磁通常数足。为

$$K_0 = 9.99946 \text{ mWb/A}$$

不确定度优于 $5 \times 10^{-6}$

注：



1 该“磁通工作基准”在实际使用中起到“磁通基准”作用。

2 磁通基准也称互感基准。

#### 6.114 生物磁学 Biomagnetism

研究生物体产生外部磁场现象的一门科学。

#### 6.115 心磁图 Magnetocardiogram

描述心脏电流产生的外部磁场的图形。

#### 6.116 脑磁图 Magnetoencephalogram

描述脑电流产生的外部磁场的图形。

#### 6.117 神经磁图 Magnetoneurogram

描述神经电流产生的外部磁场的图形。

#### 6.118 肌磁图 Magnetomyogram

描述肌肉电流产生的外部磁场的图形。

#### 6.119 眼(动)磁图 Magnetooculagram

描述眼肌电流产生的外部磁场的图形。

#### 6.120 肺磁图 Magnetopneumogram

描述吸入肺内的铁磁物质产生的外部磁场的图形。

#### 6.121 视网膜磁图 Magnetoretiongram

描述视网膜细胞电流产生的外部磁场的图形。

#### 6.122 超导生物磁强计 Superconducting biomagnetometer

测量生物磁场的超导量子干涉器。

#### 6.123 细胞磁场测量术 Cytomagnetometry

测量细胞电流和细胞内铁磁物质产生的外部磁场强度的技术。

#### 6.124 超导磁化率计 SQUID susceptometer

用超导量子干涉器测量磁化率的装置。

#### 6.125 (空气)间隙 (air) gap

磁路中磁性部件之间的气隙，磁力线穿过该气隙，相对于总磁路长度来说较短。

#### 6.126 极头 pole piece

镶嵌在磁极或磁轭上的一块软磁材料，用以传输或聚集磁通。

#### 6.127 与磁极化强度相关的凸度因子 ( $\gamma$ ) fullness factor related to the polarization

磁极化强度与磁场强度乘积的最大值除以剩磁  $B_r$  与和磁极化强度相关的矫顽力  $H_{cJ}$  的乘积。

$$\gamma = \frac{(JH)_{\max}}{B_r H_{cJ}}$$

#### 6.128 磁芯因数 ( $C_1$ ) core factor $C_1$

磁芯电感参数 core inductance parameter



对于一个给定几何形状的磁芯，将其分割成横截面恒定的若干块，其中每块沿磁路总线的长度与这块物质横截面面积的比，这些比的总和。

$$C_1 = \sum \frac{1}{A}$$

#### 6.129 磁芯因数 (C<sub>2</sub>) core factor C<sub>2</sub>

磁芯磁滞回线参数 core hysteresis parameter

对于一个给定几何形状的磁芯，将其分割成横截面恒定的若干块，其中每块沿磁路总线的长度与这块物质横截面面积的平方比，这些比的总和。

$$C_2 = \sum \frac{1}{A^2}$$

### 7 关于非互易电磁器件的术语及定义

non-reciprocal electromagnetic components

#### 7.1

#### 7.2 法拉第效应 Faraday effect

法拉第旋转 Faraday rotation

呈直线极化的电磁波穿过处于静磁场中的旋磁介质且该静磁场具有沿传播方向的分量时，该电磁波的电通密度矢量围绕传播方向旋转的现象。

#### 7.3 (电子的) 旋磁系数 gyromagnetic coefficient (of an electron) $\gamma$

对于旋磁物质中的一个电子，自旋产生的面磁矩与自旋的角动量之比。

注：

1 电子的进动频率  $\omega$  与外加磁场强度  $H$  有关，可表示为：

$$\omega = \gamma\mu_0 H$$

其中

$\mu$  为磁性常数

$\gamma$  为旋磁系数

2 对于一个自由电子，旋磁系数近似为： $176 \times 10^9 \text{ Ckg}^{-1}$

#### 7.4 旋磁共振 gyromagnetic resonance

一种与旋磁现象有关的共振。当施加的周期性磁干扰频率恰好与进动频率相同时，就会在干扰和进动之间产生强烈的耦合。

#### 7.5

#### 7.6 旋磁器件 gyro magnetic device

利用旋磁材料或旋磁介质做成的器件。

#### 7.7 旋磁谐振器 gyromagnetic resonator (5.3)

用来展示旋磁共振现象的旋磁材料。



#### 7.8 非互易相移器 non-reciprocal phase-shifter

传播介质给两个传播方向提供不同的相移量的两端口器件。

注：相移量可以是连续地（模拟式相移器）或步进的变化（数字相移器）。

#### 7.9 非互易极化面旋转器 non-reciprocal polarization rotator

非互易波导旋转器 non-reciprocal wave rotator

电磁波引导装置，其横截面一般为环形，其传播介质能够提供电场向量的极化方向。从传播方向这个角度看，线性极化波中在一个传播方向上呈顺时针旋转，在另一个传播方向上呈逆时针旋转。

#### 7.10 微波回转器 microwave gyrator

一种在微波频率下工作的非互易相移器，具有  $\pi$  弧度的差相移。

注：有人反对用“回转器”这个词来表示一般意义上的旋磁装置

#### 7.11 环行器 circulator (5.7)

一种具有三个或更多个端口的无源器件。从其任一端口输入的功率按照一定顺序依次传输到下一个端口。

注：当偏磁场反向时，环形顺序也跟着反向。这种特性可以用来切换电磁能。

#### 7.12 相移式环形器 phase-shift circulator

至少含有一个非互易相移器的环形器。

#### 7.13 波导式旋转环形器 (wave) rotation circulator

至少含有一个非交互极化旋转器的环形器。

#### 7.14 结环行器 junction circulator (5.10)

传输线之间有一个结的环行器。

注：根据不同的结对称，结环行器有几种制作方法。为了表示不同的环行器，往往省略“结”这个字而在环行器前面加上限制前缀，比如 Y 型环行器，T 型环行器等，其中大写字母用来表示究竟采用了那种“结”。

对于波导结环行器，需要作进一步限制，例如用“H 平面 Y 型环行器”来描述。这种限制前缀应该遵守标准波导专有名词的规定。（参见 IEC 726 章）

#### 7.15 集总元件环形器 lumped-element circulator (5.11)

环形器的一种，各端口内部都由集总阻抗元件网络连接的环形器。

#### 7.16 (微波) 隔离器 (microwave) isolator (5.12)

单向衰减器 one-way attenuator

一种无源的两端口器件，工作在微波频率下，电磁波沿一个方向传播时的衰减比沿相反方向传播时的衰减大的多。

#### 7.17 波导旋转式隔离器 (wave) rotation isolator

至少含有一个非互易极化面旋转器的隔离器。

#### 7.18 共振式(吸收式) 隔离器 resonance (absorption) isolator

一种依赖于旋磁材料或介质中的共振吸收作用来工作的隔离器。



#### 7.19 场移隔离器 field-displacement isolator

一种依赖于旋磁材料或介质中引起的场移作用来工作的隔离器。

#### 7.20 集总元件隔离器 lumped-element isolator

一种以集总阻抗元件的网络相联接的两端口的隔离器。

#### 7.21 旋磁滤波器 gyromagnetic filter (5.17)

一种至少含有一个旋磁谐振器的滤波器。

#### 7.22 旋磁功率限磁器 gyro magnetic power limiter

至少含有一个旋磁谐振器的功率限幅器。它依赖于谐振器的非线性饱和效应来工作。

#### 7.23 差相移 differential phase-shift (of a non-reciprocal phase-shifter)

非互异相移器中两个传播方向之间的相移量之差。

#### 7.24 (隔离器或环形器的) 正向 forward direction (of an isolator or a circulation) (5.20)

微波隔离器或环行器两端口间传输能量时的衰减, 比相反方向小得多的传输路径方向。

#### 7.25 (隔离器或环形器的) 反向 reverse direction (of an isolator or a circulator) (5.21)

微波隔离器或环行器两端口间传输能量时的衰减, 比相反方向大得多的传输路径方向。

#### 7.26 正向损耗 forward loss

在隔离器或环形器的正方向入的损耗

#### 7.27 反向损耗 reverse loss

在隔离器或环形器的反方向入的损耗。

#### 7.28 (环形器的) 交叉耦合 cross coupling (of a circulator) (5.24)

指在一个有四个或更多端口的环行器中, 输入端口与任何其他按顺序与其不邻端口之间的衰减。

注: 交叉耦合不应该和在相邻端口之间发生的反向损耗混淆起来

#### 7.29 损耗比 loss ratio

在隔离器或环行器中, 沿传输路径反向损耗与正向损耗之比。 正向损耗和反向损耗都用分贝作为单位。