

中 华 人 民 共 和 国

国家计量检定规程

**弱磁材料标准样品**

JJG 406—86

(试 行)

# 目 录

一 技术要求	(1)
二 检定条件	(1)
三 检定装置	(1)
四 检定方法	(3)
五 检定结果处理和检定周期	(5)
附录1 名词术语	(6)
附录2 检定证书格式	(7)
附录3 弱磁材料标准样品检定原始记录格式	(8)

---

**弱磁材料标准样品试行  
检定规程**

**Verification Regulation for  
Standard Sample of Feebly  
Magnetic Materials**



**JJG 406—86**

---

本检定规程经国家计量局于 1986 年 2 月 3 日批准，并自 1987 年 1 月 1 日起施行。

**归口单位： 中国计量科学研究院**

**起草单位： 中国计量科学研究院**

本规程技术条文由起草单位负责解释。

**本规程主要起草人：**

**赵峻杰（中国计量科学研究院）**

## 弱磁材料标准样品试行检定规程

本规程适用于新制造、使用中的弱磁材料标准样品磁导率的检定，非标准样品的检定也可参照使用。

本规程所介绍的检定方法，是在开磁路下，用双螺管补偿空气磁通的冲击感应法来测量标准样品的相对磁导率 $\mu_r$ ，测量范围为 4.0~1.004。

### 一 技术要求

1 样品采用圆柱体，其直径 $D=10\pm 0.1\text{mm}$ ，长度取 $150\pm 0.2\text{mm}$ 和 $200\pm 0.2\text{mm}$ 两种。

2 样品不应有内部和外部缺陷，如砂眼、缺口、裂纹或其他缺陷。样品表面粗糙度不低于 $\nabla 6$ 。

3 样品横截面积的测量误差不大于 $\pm 0.2\%$ 。

### 二 检定条件

4 在直流磁化条件下进行标准样品磁导率的测量。

5 检定的环境温度 $23\pm 5^\circ\text{C}$ ，相对湿度 $\leq 80\%$ 。

### 三 检定装置

6 弱磁材料标准样品检定装置的原理线路如图 1 所示。<sup>1</sup>

7 双螺线管补偿法装置

7.1 磁化螺线管 $KH_1$ 、 $KH_2$ 产生的磁场范围为 $(8000\sim 80000)$  A/m，其常数一般约为 $8000\frac{1}{\text{mm}}$ 。其中，放置试样的磁化螺线管 $KH_1$

轴向磁场均匀性，在中心 $\pm 100\text{mm}$ 范围优于 $0.2\%$ 。

两螺线管之间的距离不得小于 $40\text{cm}$ 。

7.2 测量线圈 $SW_1$ 的内径为 $11\text{mm}$ ，长度为 $100\text{mm}$ ，线圈匝数为 $10^4$ 匝，用线径 $0.2\text{mm}$ 的漆包线绕制成。

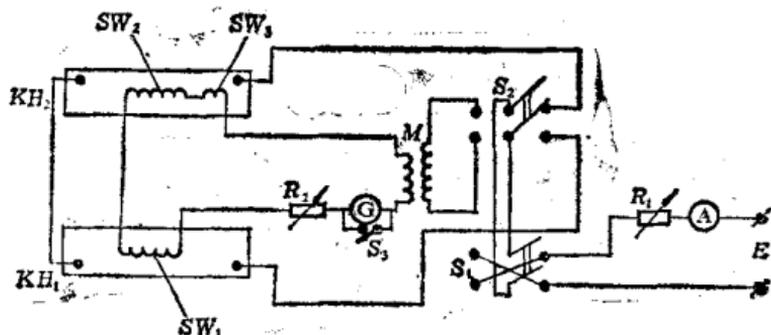


图1 检定装置线路图

KH<sub>1</sub>、KH<sub>2</sub>—磁化螺线管；SW<sub>1</sub>—测量线圈；  
 SW<sub>2</sub>、SW<sub>3</sub>—补偿线圈；G—冲击检流计；  
 M—标准互感线圈；A—电流表；E—直流电  
 源；R<sub>1</sub>—电流调节器；R<sub>2</sub>—检流计串联电阻；  
 S<sub>1</sub>—电流换向开关；S<sub>2</sub>—接通磁化螺线管或互  
 感线圈初级的转换开关；S<sub>3</sub>—检流计短路开关

7.3 补偿线圈 SW<sub>2</sub> 的长度为 100mm，匝数为 9500 匝，SW<sub>3</sub> 的长度为 20mm，匝数为 1000 匝。两个补偿线圈均用线径为 0.2mm 的漆包线绕制成。

## 8 冲击检流计

8.1 冲击检流计的自由运动周期大于 18s，磁通常数小于  $10^{-6}$  Wb/mm。

8.2 冲击检流计的放置必须严格调到水平，其镜面应该与读数标尺平面平行。

8.3 冲击检流计读数标尺是直线型时，给出的读数应按式 (1) 进行非弧度修正：

$$a_{\text{非}} = a - \frac{a^3}{3d^2} \quad (1)$$

式中：a——修正前的检流计偏转 (mm)；

$d$ ——检流计镜面到标尺的距离 (mm) ,

8.4 冲击检流计应安装在防震、远离铁磁物质, 以及不受电磁场影响的地方。

#### 9 标准互感线圈

标准互感线圈是传递磁通量的标准量具, 其名义值为 0.01H, 准确度不低于 0.2%。

#### 10 电流表

电流表采用 0.2 级多量程直流安培表, 其量程应能在被测电流范围满足准确度要求。

#### 11 直流电源

额定电压为 110V, 额定电流为 10A, 电流稳定度应保证每分钟优于 0.1%。

### 四 检定方法

#### 12 原理

本检定方法采用双螺线管补偿法原理。标准样品的磁导率  $\mu$  由式 (2) 计算:

$$\mu = \mu_0 + \chi \quad (2)$$

式中:  $\mu_0$ ——真空磁导率,  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$  (H/m) ,

$\chi$ ——标准样品的磁化率。

通常情况下  $\mu_0 \gg \chi$ , 为了准确测量样品的  $\chi$  值, 必须补偿掉测量线圈内的空气磁通。在图 1 线路中, 补偿线圈  $SW_2$  和  $SW_3$  正向串联, 然后与测量线圈  $SW_1$  反向串联, 这样就可以对空气磁通进行补偿。将  $SW_3$  沿磁化螺线管轴线前后移动, 可达到完全补偿。补偿效果可从串联的冲击检流计偏转大小进行判断。

测量时, 磁化螺线管通入适当的电流, 以产生给定的磁场。当磁场换向时, 如空气磁通没有达到完全补偿, 留有残差时, 引起检流计的偏转, 读数为  $\alpha_1$ 。然后在测量线圈  $SW_1$  内放入标准样品。磁场换向, 引起样品磁通量的变化, 检流计产生偏转  $\alpha_2$ 。

标准样品的相对磁导率  $\mu_r$  按式 (3) 计算:

$$\mu_r = 1 + \frac{C_s(a_2 - a_1)}{2\mu_0 K I A N} \quad (3)$$

式中： $C_s$ ——检流计的冲击常数(Wb/mm)；  
 $a_2$ ——测量线圈放入标样后的偏转 (mm)；  
 $a_1$ ——磁通补偿留有残差引起的检流计偏转 (mm)；  
 $K$ ——磁化螺线管常数 (1/m)；  
 $I$ ——磁化电流 (A)；  
 $A$ ——标样的截面积 (m<sup>2</sup>)；  
 $N$ ——测量线圈匝数。

注：(1) 为保证测量准确度， $a_1$ 的数值应在 (10~20) mm范围；  
 (2) 冲击检流计的偏转读数每次不少于 3 次，然后取算术平均值。

### 13 测量步骤

13.1 在串联的磁化螺线管中通以产生给定磁场的电流，通过微调补偿线圈SW<sub>3</sub>，对测量线圈SW<sub>1</sub>内的空气磁通进行补偿。如留有残差时，引起检流计的偏转为 $a_1$ 。

13.2 将标准样品放入测量线圈SW<sub>1</sub>内，使样品轴线中点与测量线圈轴线中点重合。用 $H \geq 15920$ A/m的磁化场对样品预先进行退磁。然后加上磁化电流，使样品在给定磁场下磁化。磁化电流换向3~4次，对样品进行稳磁。磁化场 $H$ 一般选为 7960A/m 和 15920A/m 两个值。

13.3 磁化电流换向，使样品的磁通量发生变化，引起冲击检流计的偏转为 $a_2$ 。

13.4 检流计冲击常数 $C_s$ 的标定，是以标准互感线圈作为磁通标准量具进行的。当互感线圈初级通以电流 $I_0$ ，并用 $S_1$ 进行换向时， $C_s$ 值按式(4)计算：

$$C_s = \frac{2MI_0}{a_0} \text{ (Wb/mm)} \quad (4)$$

式中： $M$ ——标准互感线圈的互感值 (H)；  
 $I_0$ ——互感初级通过的电流 (A)；  
 $a_0$ ——检流计的偏转 (mm)。

注：选取互感初级电流 $I_0$ 时，应使得到的 $a_0$ 值接近于 $a_2$ 值。

### 13.5 计算相对磁导率值 $\mu_r$

根据测得的  $C_0$ 、 $a_2$ 、 $a_1$ 、 $I$ 、 $A$  值，代入式(3)，即可求得标准样品的相对磁导率  $\mu_r$  值。

## 五 检定结果处理和检定周期

14 经检定合格的标准样品，发给检定证书；检定不合格的标准样品发给检定结果通知书。

### 15 不确定度

当测量标准样品的相对磁导率  $\mu_r$  为 4.0~1.004 时，其不确定度为  $\pm(2\sim3)\%$ 。

### 16 检定周期

标准样品的检定周期为一年。送检时应附上一份检定证书。

## 附录 1

## 名 词 术 语

## 1 标准样品

## 1.1 定 义

标准样品是指经国家计量局批准，由指定计量部门制作，并经检定后给出检定证书的试样。

## 1.2 使用范围

弱磁材料标准样品用来考查、校对测量弱磁材料磁导率同类仪器的测量误差，它不作为材料的磁性检验。

2 相对磁导率  $\mu_r$ 

相对磁导率是指该材料的磁导率相对于真空磁导率的比值，用符号  $\mu_r$  表示。

## 附录 2

## 检定证书格式

## 检定结果

 $H$  (A/m)

7980

15920

不确定度:  $\pm$  %室 温:  $^{\circ}\text{C}$ 单位换算:  $1\text{A/m} = 4\pi \times 10^{-3}\text{O}$ 。

下次送检必须带此证书

## 附录 3

## 钢铁材料标准样品检定原始记录格式

送检单位:

样品编号:

证书号:

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ (H/m)}$$

$$N = 10^4 \text{ 匝}$$

尺寸: (mm) 截面积 (A): (m<sup>2</sup>)

K = (1/m)

(一) 测定冲击常数  $C_\phi$  值

$R_{\text{中}} (\Omega)$	$I_0 \text{ (A)}$	$a_0 \text{ (mm)}$	$\bar{a}_0 \text{ (mm)}$	$\Delta a_0 \text{ (mm)}$	$\bar{a}'_0 \text{ (mm)}$	$C_\phi = \frac{2MI_0}{a_0} \text{ (Wb/mm)}$

(二) 测定样品相对磁导率  $\mu_r$  值

$R_{\text{中}} (\Omega)$	$I \text{ (A)}$	$H = KI \text{ (A/m)}$	$a_1 \text{ (mm)}$	$\bar{a}_1 \text{ (mm)}$	$a_2 \text{ (mm)}$	$\bar{a}_2 \text{ (mm)}$	$\Delta a_2 \text{ (mm)}$	$\bar{a}'_2 \text{ (mm)}$	$\bar{a}'_2 - \bar{a}_1 \text{ (mm)}$	$\mu_r = 1 + \frac{C_\phi(\bar{a}'_2 - \bar{a}_1)}{2\mu_0 K I A N}$

(三) 数据处理

检定员:

检验员:

室温:

°C

检定日期:

年

月

日

**附加说明**

本规程经国家计量检定规程审定委员会电磁专业委员会审定通过。

主审人：刘兴民

---