UDC 669.2/.8:621.317.331
H 21

中华人民共和国国家标准

GB/T 12968—91

纯金属电阻率与剩余电阻比涡流衰减测量方法

Eddy current decay method for measurement of resistivity and residual resistance ratio of pure metals

1991-06-04发布　　1992-03-01实施

国家技术监督局　发布

中华人民共和国国家标准

纯金属电阻率与剩余电阻比涡流衰减测量方法

GB/T 12968—91

Eddy current decay method for measurement of resistivity and residual resistance ratio of pure metals

1 主题内容与适用范围

本标准规定了纯金属电阻率与剩余电阻比涡流衰减测量方法。

本标准适用于直径5～20mm，电阻率10^{-12}～$10^{-8}\Omega\cdot m$的纯金属试样的测量。

2 术语

2.1 涡流衰减时间常数τ（decay time constant）：涡流信号强度衰减到原信号强度1/e所需的时间。

2.2 剩余电阻比R.R.R（residual resistance ratio）：材料在273.15K下的电阻率与在4.2K下的电阻率之比。金属的R.R.R值与材料纯度有关。

3 方法原理

测量原理如图，试样处于初级线圈建立的磁场中，当磁场撤除后，试样内部感生涡流。涡流衰减的快慢取决于试样电阻率的大小及几何尺寸。对圆柱状样品，其涡流衰减时间常数与电阻率的关系为：

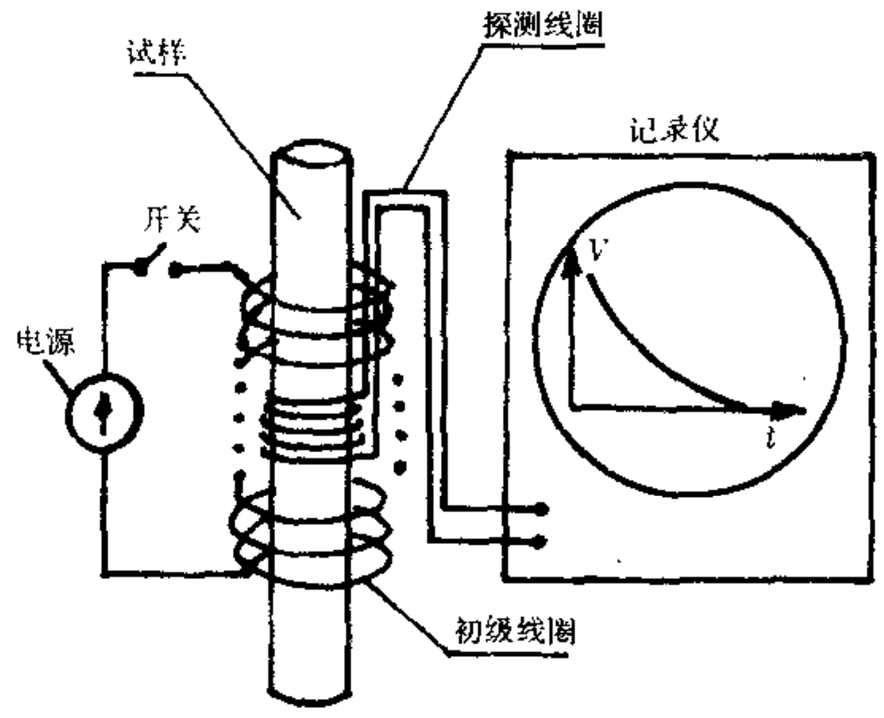
$$\rho = 2.17 \times 10^{-7} r^2/\tau \quad \cdots\cdots (1)$$

式中：ρ——试样电阻率，$\Omega\cdot m$；

r——被测区域试样半径，m；

τ——试样涡流衰减时间常数，s。

由记录的涡流衰减信号可确定试样的涡流衰减时间常数，从而计算出试样的电阻率值。



涡流衰减法测量试样电阻率原理图

国家技术监督局1991 06 04批准　　1992-03-01实施

4 设备

4.1 探测系统

4.1.1 初级线圈产生的磁场应有足够的强度以保证测量信号具有较高的信噪比，同时应避免试样的磁阻效应对测量结果的影响。对高纯无氧铜和高纯铝的测量，初级线圈的磁场在4.2 K下为0.03 T，在273.15 K时为0.01 T。其他纯金属试样可参照上述数据进行设置。初级线圈磁场在试样测量区域内的均匀性应优于1 %。

4.1.2 探测线圈应根据待测试样的温度和电阻率范围选择适当匝数。对高纯无氧铜在273.15 K附近测量时选用200匝左右，在液氦温区测量时选用1000匝左右。对其他纯金属试样，探测线圈的匝数应能保证输出的涡流衰减信号有足够强度（达到毫伏量级）。

4.1.3 探测线圈系统无试样置入时，测得的衰减信号的衰减时间常数τ_0应比待测试样的涡流衰减时间常数τ至少小一个数量级。

4.2 测量系统

4.2.1 电源的直流输出能力应满足初级线圈产生最大磁场强度的要求。

4.2.2 开关的关断时间应比待测试样的涡流衰减时间常数至少小一个数量级。

4.2.3 放大器应有足够的放大倍数使记录仪输入端的信号强度与记录仪的分辨能力相匹配。放大器的频宽应为待测试样涡流衰减信号频宽的1 ～ 2倍。

4.2.4 记录仪应有足够快的工作速度以适合于记录快速衰减的涡流信号。

5 试样制备

5.1 试样制成圆柱状。其直径的测量结果应具有不少于三位的有效数字。

5.2 试样的长径之比不小于8。

6 测试步骤

6.1 校准

6.1.1 根据待测试样电阻率范围，选择两个具有相应标准值的标准样品进行校准。4.2 K测量时可从SRM-769标准样品组中选取标样，对系统进行校准。

6.1.2 将一个标准样品作为待测试样进行测量，调节测试系统使测量结果与标准值的偏差在容许误差范围内，并尽可能与标准值一致。

6.1.3 将另一标准样品作为待测试样进行测量，测量结果与标准值的偏差应在允许误差范围内。

6.1.4 若标准样品的测量值与标准值的偏差超过允许误差范围，应检查探测系统的设置及测量系统的工作状况和实验步骤，找出原因后重做，直至不超差为止。

6.1.5 校准过程中对标准样品的测量按（6.2）条进行。

6.2 实验步骤

6.2.1 开机预热30 min。

6.2.2 将试样置于探测线圈内，使其处于所要求的温度环境中。恒温5 min。测量过程中应避免试样温度波动。

6.2.3 接通初级线圈回路开关建立磁场，稳定时间大于1 s。

6.2.4 断开初级线圈回路开关，记录仪记录下探测线圈两端输出的涡流衰减信号。

6.2.5 消除系统零点飘移值。

6.2.5.1 每次测试前记录下放大器输出端的零点飘移值。

6.2.5.2 数据点值为涡流衰减信号的测量值减零点飘移值。

7 测试结果的计算

7.1 数据点不应在涡流衰减信号起始至1 τ的时间范围内选取。

7.2 数据点的取点时间范围不应大于2 τ，取点数不得少于3个。

7.3 计算试样低温电阻率及剩余电阻 比时，试样直径大小应根据材料热膨胀系数对室温下的测量值进行修正。

7.4 试样电阻率按式(2)计算：

$$\rho = 2.17 \times 10^{-7} r^2 / \bar{\tau} \quad \cdots\cdots (2)$$

式中：$\bar{\tau}$——由选取的数据点计算出的平均涡流衰减时间常数，s。

$\bar{\tau}$按式(3)计算：

$$\bar{\tau} = \sum_{i=1}^{n} \tau_i / n \quad \cdots\cdots (3)$$

式中：n——为相邻数据点对的个数；

τ_i——由一对相邻数据点V_i、V_{i-1}决定的涡流衰减信号的衰减时间常数，s。

τ_i按式(4)计算：

$$\tau_i = \Delta t_i / (\ln V_i - \ln V_{i+1}) \quad \cdots\cdots (4)$$

式中：Δt_i——为相邻数据点的时间间隔，s。

7.5 试样的剩余电阻比按式(5)计算：

$$R.R.R = \rho_{273.15K} / \rho_{4.2K} \quad \cdots\cdots (5)$$

式中：$\rho_{273.15K}$——试样冰点电阻率，Ω·m；

$\rho_{4.2K}$——试样液氦温度电阻率，Ω·m。

8 精密度

本标准测量精密度小于1 %，不确定度不大于5 %。

9 试验报告

测试报告包括如下内容：

a. 试样的材质、编号；

b. 试样的几何尺寸；

c. 标准样品编号；

d. 探测系统编号；

e. 初级线圈通过的电流；

f. 放大器的放大倍数与频宽；

g. 试样涡流衰减时间常数和电阻率的测量值；

h. 测量结果；

i. 本标准号；

j. 测试日期；

k. 测试人员。

附加说明：

本标准由中国有色金属工业总公司提出。

本标准由北京有色金属研究总院负责起草。

本标准主要起草人华崇远、唐军平、张敦厚。

中华人民共和国
国家标准
纯金属电阻率与剩余电阻比涡流
衰减测量方法
GB/T 12968—91
*
中国标准出版社出版
（北京复外三里河）
中国标准出版社北京印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行　各地新华书店经售
版权专有　不得翻印
*
开本 880×1230 1/16　印张 1/2　字数 7 000
1991年11月第一版　1991年11月第一次印刷
印数 1—3 500
*
书号：155066·1-8378
*
标 目 177—52