



软磁铁氧体减落自动测试仪*

郭慧群、陈伟力、章 综

(中国科学院物理研究所)

一、引言

随着现代科学技术的迅速发展,电子仪器向着小型化、精密化方向发展,对其性能稳定性的要求也越来越高。目前铁氧体材料在电子工业方面的应用日益广泛,检验铁氧体材料性能好坏的工作也随之重要起来,减落则是软磁铁氧体材料稳定性能好坏的一个重要标志。

本文介绍了一种自动给样品退磁,并且自动进行减落测量的电子仪器装置,概述了此装置的各个组成部分及其工作原理,最后给出了测量结果。并对仪器测量的重复性、误差进行了说明。

大家知道,软磁铁氧体经退磁后,起始磁导率会随时间变化而逐渐降低,这种现象称之为减落。我们设计的这台仪器是用于室温下软磁铁氧体减落的自动测量,它基本上可将样品在退磁后 μ_0 值瞬间变化过程全部完整的记录下来,其测试结果直接由数字电压表显示或 x-T 记录仪画出减落曲线。

选出退磁后的两个时间 t_1 、 t_2 , 测出其对应的起始磁导率 μ_1 、 μ_2 , 则减落可用下面的公式来表示:

$$D_F = \frac{\mu_1 - \mu_2}{\log \frac{t_2}{t_1}} \cdot \frac{1}{\mu_1}$$

或

$$D_F = \frac{\mu_1 - \mu_2}{\log \frac{t_2}{t_1}} \cdot \frac{1}{\mu_1^2}$$

一般 t_1 、 t_2 取为 10 秒、100 秒,或者 1 分钟、10 分钟。

我们的设备中没有用电桥测 μ_0 , 即不是直接测出样品次级电感量的变化,因此不需逐点测量。我们是通过测量样品次级线圈感应电压的变化来测试减落,可以自动画出连续的减落曲线。对于减落较大的样品,退磁后,初始磁导率 μ_0 的变化是比较急剧的,所以自动测量既提高了测量的精确度,又提高了测量的速度。

另外,样品的退磁不是手动,而是由 R、L、C、回路的自由衰减振荡电流来完成,并且退磁后自动开始测量减落。其间的衔接比手动退磁紧凑,同样也提高

了测量速度与精确度。

本仪器不仅可用于工厂检验软磁铁氧体产品的减落指标,同时也可以作为实验室对减落机制的研究。

如果该装置与温变装置配套使用,即可测量减落的温度谱。

二、工作原理

我们参考 Enz^[1] 的原理装置图安装了这套设备,测量线路的安装是基于这样的概念:当初级线圈产生的交变磁场幅度不变时,次级线圈的感应电压的幅度与磁芯的磁导率成正比。

样品的起始磁导率为:

$$\mu_0 = \frac{Ml}{0.4\pi N_1 N_2 S}$$

式中, M 为样品初次级线圈之间互感; $N_1 N_2$ 为初次级线圈匝数; S 为样品截面积; l 为平均磁路长。

而次级线圈感应电压为:

$$V' = -M \frac{dI_1}{dt}$$

式中 I_1 为初级线圈电流。

故得

$$\mu_0 = - \frac{V'l}{0.4\pi N_1 N_2 S \frac{dI_1}{dt}} = l \frac{V'l}{0.4\pi N_1 N_2 S \omega I_1}$$

因此,当 I_1 不变时, $\mu_0 \propto V'$ 。

我们直接测量到的量是次级线圈的感应电压 V' , 因此减落就变为

$$D_F = \frac{V'_1 - V'_2}{\log \frac{t_2}{t_1}} \cdot \frac{1}{V'_1}$$

这样就把对磁导率变化的测量转为对电压变化的测量,这一电压值经过交直流变换器,由直流数字电压表显示,或由 x-T 记录仪记录下来。

三、减落的测试装置

本仪器的中心部分是一单管延时电路^[2], 另外还

* 1974 年 6 月 4 日收到。

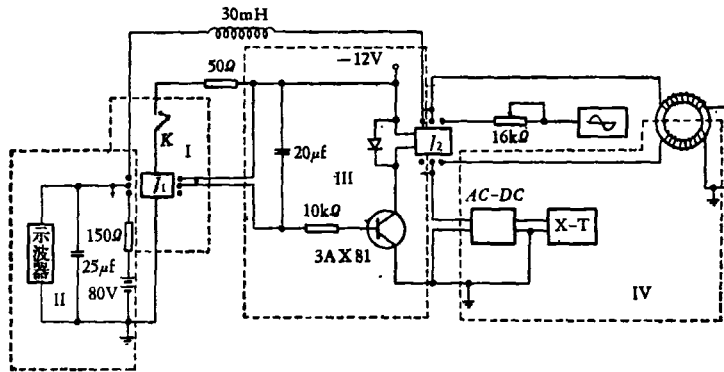


图1 减落测试装置图

I. 控制继电器; II. 退磁回路; III. 单管延时继电器; IV. 测试部分。

有一个控制继电器，一个退磁用的电容充放电回路和测量部分。

继电器 J_1 是由手动开关 K 控制的，这个继电器控制退磁用的 25 微法拉电容充放电及作为单管延时电路的开关。

另一个继电器 J_2 是由单管延时电路来控制的，这个继电器控制样品的退磁和测量。-12伏是对单管延时电路提供的直流电源。

退磁回路是由 R 、 L 、 C 组成的自由衰减振荡回路，有 +80 伏直流电源供电容充电之用。样品由电容的放电电流进行退磁(也称退磁电流)。样品的退磁线圈由初级线圈兼任，其中 L 是由 30 毫亨电感及样品初级线圈电感组成。由于 30 毫亨的电感量及损耗 R 都远大于样品的值，因此，退磁电流的幅度及时间常数等都不受测量样品的影响。

我们设计的退磁回路中，退磁电流的参数^[3]为：

时间常数： $\tau < 0.2$ 秒；

退磁频率： $f \sim 130$ 周；

通过电容两端的最大峰值电压：80 伏；

最高峰值放电电流 > 3 安培。

测量回路由样品的次级线圈，交直流变换器及直流数字电压表或 $x-T$ 记录仪组成，以自动显示测试结果。为了保证初级线圈磁化电流不随样品导磁率变化，在初级线圈回路中串联一个 16 千欧姆的电阻，其值远大于样品的电阻，因此，磁化电流 $I_1 = \frac{V}{R}$ 由信号发生器输出电压 V 和 16 千欧姆电阻决定而不变。

测试装置中使用了一台作为监视用的 SB-14 示波器，用以观察退磁电流波形。由于测试结果是否正确可靠，首先决定于样品的退磁情况，示波器即可直接观察退磁电流曲线的好坏，以决定对测量结果进行取舍或重复测量。对于退磁电流波形为一很好的自由衰减振荡曲线，则表明退磁情况良好，可进行测试。如果退磁电流波形衰减很快，振荡次数少，则需重新退磁后再

进行测试。

四、测试结果举例

我们对自己配制的 Mn-Zn, Ni-Zn 样品进行了减落测试，现将 $x-T$ 记录仪绘出的其中两条减落曲线示于图 2。

测试频率为 10 千周/秒；磁化场 $\leq 3 \times 10^{-3}$ 奥斯特。

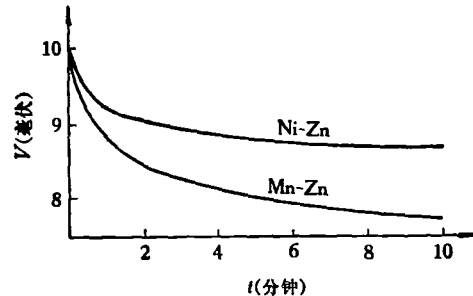


图2 减落曲线(室温)

五、仪器测量的重复性和误差的分析

1. 本仪器使用时，大多数情况下，测量结果是重复的，也有不重复的情况出现，不重复的可能性为 6%。不重复的原因主要是由于退磁不干净产生，从监视退磁电流的示波器上可以观察出不重复时退磁电流幅度衰减快，振荡次数少，不重复时测出的减落比正确测量时小。

要提高测量的重复性，关键是使样品退磁干净，要求电容充电时间足够长，电容必须严格按照规定的电源充电，继电器的触点具有小而稳定的电阻，我们使用的

(下转 333 页)