

多孔磁芯动态开关测试仪的研究探讨

林来金

(物理系)

一、引言

多孔磁芯作为不破坏读出的磁芯存贮器,或其它无触点开关元件,具有独特的优点。由于多孔磁芯的磁路结构较为复杂;必须掌握多孔磁芯的动态脉冲性能,方能设计定型合理的逻辑电路;同时需要测量的动态脉冲参数较多,因而使多孔磁芯测试仪的结构比单孔磁芯测试仪更为复杂,通常的方法是给多孔磁芯的控制孔和输出孔分别通以系列电流脉冲。根据输出孔输出脉冲信号的幅值和波形的大小来判别多孔磁芯脉冲性能的优劣,及其运用的最佳条件。多孔磁芯测试仪是为了探索多孔磁芯的各种脉冲性能而研制的一台具有一定通用性的仪器。它参照单孔磁芯动态开关测试仪的工作原理和多孔磁芯的工作特点进行设计,结合脉冲示波器可直接测定清除电流,建立电流,推动电流,输出信号幅值、信号干扰比及开关时间等脉冲参数,经调整运行后达到稳定可靠地工作,满足了多孔磁芯性能的测试任务。

二、多孔磁芯的磁路结构简介

应用多孔磁芯的逻辑电路具有差异性。所以对多孔磁芯提出了各不相同的要求,因而多孔磁芯的磁路结构和形状有多种多样,其中有两孔、三孔、四孔等。为了便于说明多孔磁芯的工作特点,并为设计测试仪提供必要的参数依据,特以两孔磁芯作为开关元件,表征其间的磁路结构(图1)。在多孔磁芯的控制孔(大孔)通以足够大的电流脉冲,按分层磁化的原理、磁通的方向(图1—*a*所示的虚线——内外圈箭号方向),表征这种状态为清除或隔断状态,而所通过的电流称为清除或隔断电流。当多孔磁芯的控制孔在跟随着清除电流后,通以方向相反、大小经适当调整使达到与小孔相近的内层部分反转磁化为宜。而外圈的磁化方向仍保持原来的清除方向(图1—*b*),这种状态为建立状态,而所通过的电流称为建立电流。当多孔磁芯处于清除状态时,在其输出孔(小孔)通以适当大小的推动电流($I_s + I_d$)时,则在其次级线圈只有微小的干扰信号输出,称为“0”状态。当多孔磁芯处于建立状态时,在输出孔通以同样大小的推动电流时,则在其次级线圈就感应出很大的脉冲信号输出,称为“1”状态(图1—*d*)。因此多孔磁芯工作状态受了双重电流的控制作用,在多孔磁芯的控制

孔周围,其磁通变化影响到输出孔周围的磁通反转,即控制孔周围的磁化状态给出了输出孔的工作条件。

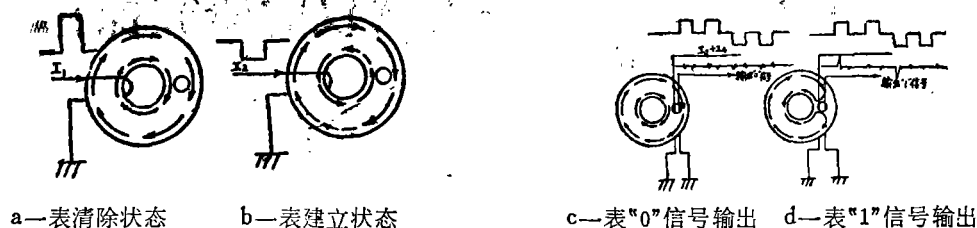


图 1 两孔磁芯的磁路结构及其工作状态

正由于具有双重电流的控制作用,才实现了多孔磁芯不破坏读出的存贮特点。其它形式的多孔磁芯如三孔、四孔等磁芯,可根据同样的原理分析。

三、测试仪的逻辑设计及其工作原理

1. 测试仪的逻辑设计

多孔磁芯的工作状态,根据上述的磁路分析,需要四种驱动磁芯的脉冲电流源。为了简化逻辑电路的组合,经实验只用两组驱动磁芯的系列脉冲电流,可获得同样的效果(图2)。本测试仪是根据这种逻辑结构的特点而设计的,其逻辑操作框图如图3所示,至于时间相位波形图和测试的基本操作程序如图4所示。

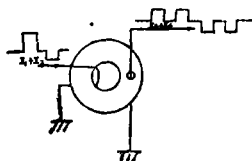


图 2 表示清除(I_1), 建立(I_2)和推动电流脉冲的组合

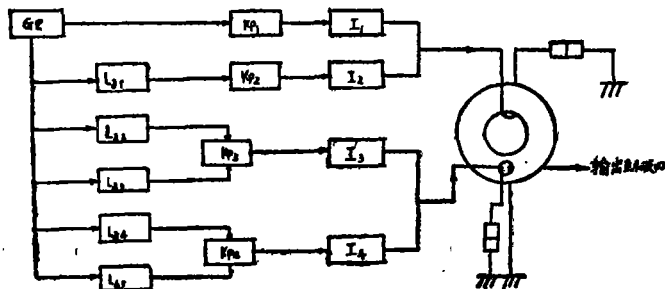


图 3 表示测试仪的逻辑框图

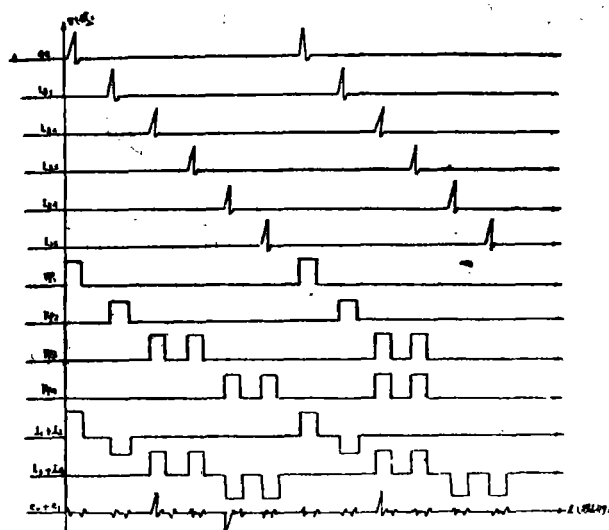


图 4 测试仪工作时间相位波形图

GE—主脉冲发生器 Lz₁₋₅—单稳延迟器
 KP₁₋₄—单稳整形器 I₁—清除电流脉冲
 I₂—建立电流脉冲 I_{3+I4}—推动电流脉冲
 e₁—“1”信号输出 e₂—“2”信号输出

图 3 分为两大部, 第一部分从间歇振荡器 Ge 每发出一个脉冲信号, 经单稳延迟部件 Lz₁₋₅ 单稳整形部件 KP₁₋₄ 等延时和整形后, 形成不同时间间隔的脉冲控制信号; 第二部分由 I₁、I₂、I₃ 和 I₄ 等组成驱动电流脉冲, 分别作用于多孔磁芯的控制孔和输出孔(图 2)。

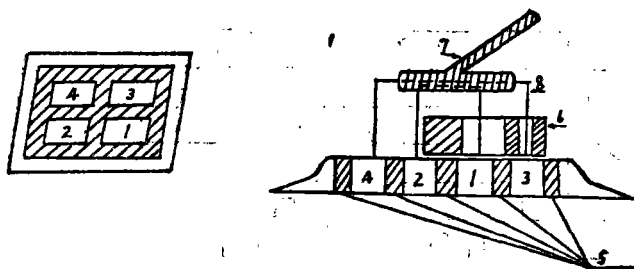
2. 测试仪的工作原理

本仪器的操作程序首先由 Ge 主脉冲发生器每输出一个脉冲信号, 同时作用于 Lz₁₋₅ 单稳延迟器的输入端, 经微分削波后形成五个不同时间间隔的脉冲信号。它们分别作用于 KP₁₋₄ 单稳整形器的输入端, 经整形后形成矩形脉冲信号。然后构成两组 (KP₁ 和 KP₂, KP₃ 和 KP₄) 分别作用于电流放大器 I₁、I₂、I₃ 和 I₄ 的输入端, 再由电流放大器通过共回路脉冲变压器形成双极性的电流脉冲, 分别驱动多孔磁芯的控制孔和输出孔。通过转换开关和脉冲示波器, 可直接观察 I₁、I₂、I₃ 和 I₄ 等电流脉冲的幅度、前沿、顶宽、后沿和重复周期等参数。通过转换开关的操作, 可同时测量感应信号的大小、信号干扰比和开关时间等参数, 实现单匝驱动。它适合于成批产品的快速测量, 既可测量多孔磁芯, 又可测量单孔磁芯的参数; 测试端经适当的机械改装后, 又能实现自动检测。

四、测试仪的整体结构

测试仪包括电流脉冲系列发生器, 稳压电源和测试操作系统三部分。系列电流脉冲发生器采用插件形式分装成八个部件, 通过测试仪的底座连线以完成整机逻辑线路的组合。这种装置的特点是具有整机结构紧凑, 引线短、插拔各别部件互不影响, 易于检查, 便于调换元件等优点。稳压电源有 +350V, +270V 和 -60V 等三种。这些电源单独组装于一个铁匣内, 利用电缆线和插座跟主机的底座相连接, 以完成供电的要求。至于测试仪的操作系统又

分为测试桌和测试笔两部分(图5), 可实现单匝驱动的功能。



a 测试桌俯视图

b 测试桌剖面图

图 5 测试系统示意图

- | | |
|------------|---------------|
| 2、4—测试桌接地点 | 1—清除、建立电流脉冲接点 |
| 3—推动电流脉冲接点 | 5—有机玻璃绝缘垫 |
| 6—待测多孔磁芯 | 7—测试笔 |
| 8—输出至脉冲示波器 | |

五、测试仪的故障分析和测试指标

测试仪的基本特点和功能在一、二节内已作概要说明。为了更全面地掌握多孔磁芯的磁路结构与输出信号之间的关系, 便于检查故障产生的原因, 再作如下详细分析:

若磁芯处于清除状态, 即处于“0”状态时, 推动电流所产生的干扰与输出孔周围磁滞回线的矩形性有关, 而来自清除电流的干扰, 则与控制孔、输出孔之间磁路长度的比值和磁性材料的矩形性有关。干扰信号越小, 则表明多孔磁芯的矩形性越好。若磁芯处于建立状态, 即处于“1”状态时, 除了在输出孔有“1”信号输出外, 尚有来自清除和建立电流脉冲的干扰信号, 视图4所示的波形。这些特性的分析, 为磁性材料的配方、工艺生产过程及模具设计加工等方面, 提供了参数依据。因此, 测量多孔磁芯的信号干扰比应考虑清除和建立电流脉冲的干扰, 并通过上述诸电流脉冲的调整以找出最佳工作点。当磁芯处于清除状态, 而推动电流超过反转小孔周围磁通反转的临界值, 即在过推动情况下, 磁通将沿控制孔

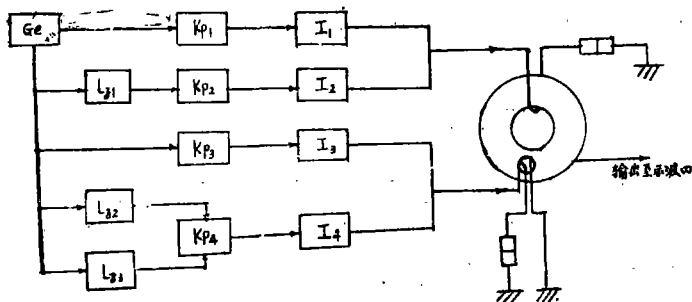


图 6 驱动电流脉冲对应感应信号波形图

周围反转而造成破坏“1”信号输出(假信号)输出。另一方面,当磁芯处于建立状态,但建立电流脉冲超过二分之一清除电流脉冲时,又会产生假打开的“1”信号输出。这两种现象都破坏了多孔磁芯不破坏读出的特点。为了判别测试仪是否正常运行,现将驱动电流对应输出信号的几种波形图示于图6,以供调整使用时的查考比较。

测试仪的技术指标是按本仪器的脉冲特性,结合脉冲示波器,可直接观察如下系列电流脉冲等参数:

$$\begin{aligned} \text{电流脉冲幅度} & \begin{cases} I_1 \text{ (清除电流脉冲): } 2.6\text{—}5.8 \text{ 安培;} \\ I_2 \text{ (建立电流脉冲): } 1.8\text{—}3.6 \text{ 安培;} \\ I_3, I_5 \text{ (推动电流脉冲): } 1.2\text{—}2.2 \text{ 安培.} \end{cases} \\ \text{电流脉冲宽度} & \begin{cases} I_1 \text{ (清除电流脉冲) } 5.0\text{—}7.0 \text{ 微秒;} \\ I_2 \text{ (建立电流脉冲) } 5.0\text{—}7.0 \text{ 微秒;} \\ I_3, I_5 \text{ (推动电流脉冲) } 5.0\text{—}6.0 \text{ 微秒.} \end{cases} \end{aligned}$$

重复频率: 20~50 千周/秒;

电流脉冲前沿过冲小于 3%—5%;

电流脉冲平顶降落小于 3%—5%。

稳压电源变化范围:

+ 350 伏波动范围 $\leq \pm 7\%$;

+ 270 伏波动范围 $\leq \pm 5\%$;

- 60 伏波动范围 $\leq \pm 5\%$ 。

六、对测试仪运行的意见

本仪器经调整后具有稳定可靠、快速测试等优点。但由于所采用的元器件为电子管型,不仅功率消耗大,而且体积亦很庞大,以及对多孔磁芯的考验条件尚存在不够严格等缺点。为此,特提出如下几点改进意见:

1. 本仪器所使用的稳压电源是由变压器和电子管组合的稳压器,体积和耗电量大,稳定性差。若改用无变压器的可控硅稳压电源,不仅体积小,耗电小,而且稳定度亦可大为提高。

2. 本仪器定型设计亦采用电子型的系列电流脉冲发生器的电路。若改用集成电路块或改用晶体管和集成电路混合组装,不仅体积大为缩小,功耗降低,仪器寿命延长,而且稳定性,可靠性可进一步提高。

3. 本仪器测试操作采用变压器式单匝驱动有其特色,但毕竟是手工操作。如果采用模拟机械手的功能,按操作程序实现自动化检测,则测试效率将大大提高。

4. 终端采用脉冲示波器显示波形法测量,有其一定的直观性和方便性,但测试精度尚不够准确。如果再配上高精度数字化仪表作为鉴护比较器,可进一步提高测试的准确度。

5. 为简化逻辑线路,节省设备,并从最坏的条件下考验多孔磁芯的脉冲性能,让推动

电流、清除电流和建立电流脉冲,同时分别作用于控制孔和输出孔,这样可使逻辑线路大大简化。因为控制孔是提供输出孔的工作条件,什么时间条件具备,输出孔同时就有信号输出,并带有一定的随机性。这不但可省略两个单稳延迟部件,而且能达到更严格考验多孔磁芯的脉冲性能(图7)。

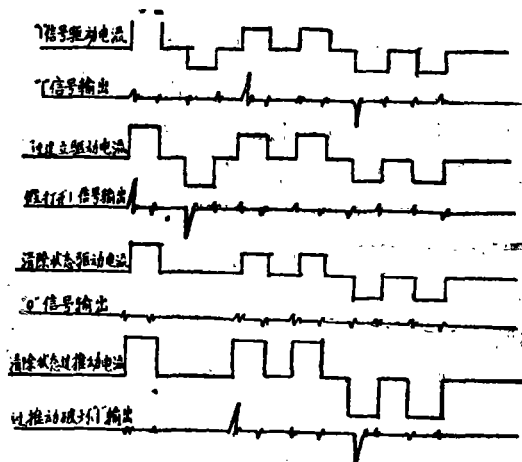


图 7 测试仪简化的逻辑线路框图

本仪器在研究和整理成文的过程中,承蒙原华东自动化元件仪表研究所第二研究室提供了必要的实验条件,厦门大学物理系刘士毅教授和华侨大学物理系陈新年讲师为本文提供了宝贵意见,在此一并表示感谢。限于本人业务水平,不妥或错误之处,望读者批评指正。

参 考 文 献

- [1] 矩形铁氧体磁芯静态和动态脉冲特性及其测试方法,电子计算机动态,10(1961)。
- [2] 在脉冲动态下测试磁芯的C—1型测试台的维护守则和说明,苏联科学院精密机械与计算机研究所,(1956)。