

电流互感器原理简介

1、普通电流互感器结构原理

电流互感器的结构较为简单，由相互绝缘的一次绕组、二次绕组、铁心以及构架、壳体、接线端子等组成。其工作原理与变压器基本相同，一次绕组的匝数(N_1)较少，直接串联于电源线路中，一次负荷电流(I_1)通过一次绕组时，产生的交变磁通感应产生按比例减小的二次电流(I_2)；二次绕组的匝数(N_2)较多，与仪表、继电器、变送器等电流线圈的二次负荷(Z)串联形成闭合回路，见图 5-1。

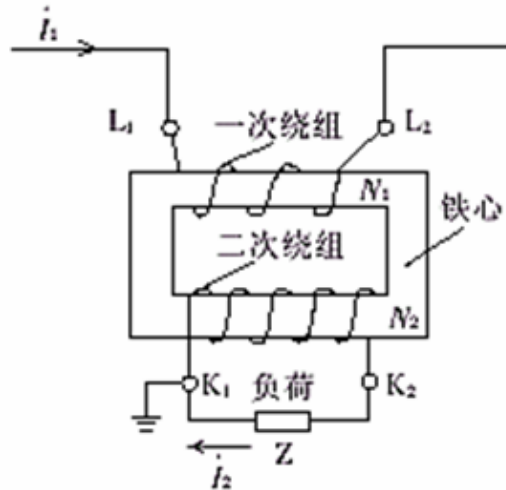


图 5-1 普通电流互感器结构原理图

由于一次绕组与二次绕组有相等的安培匝数， $I_1N_1=I_2N_2$ ，电流互感器额定电流比： $I_1/I_2=N_2/N_1$ 。电流互感器实际运行中负荷阻抗很小，二次绕组接近于短路状态，相当于一个短路运行的变压器。

2、穿心式电流互感器结构原理

穿心式电流互感器其本身结构不设一次绕组，载流(负荷电流)导线由 L_1 至 L_2 穿过由硅钢片擀卷制成的圆形(或其他形状)铁心起一次绕组作用。二次绕组直接均匀地缠绕在圆形铁心上，与仪表、继电器、变送器等电流线圈的二次负荷串联形成闭合回路，见图 5-2。

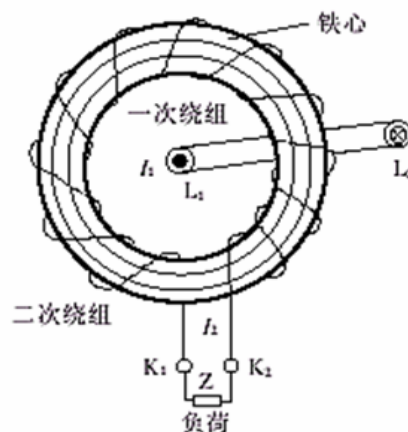


图 5-2 穿心式电流互感器结构原理图

由于穿心式电流互感器不设一次绕组，其变比根据一次绕组穿过互感器铁心中的匝数确定，穿心匝数越多，变比越小；反之，穿心匝数越少，变比越大，额定电流比：

式中 I_1 ——穿心一匝时一次额定电流；

n ——穿心匝数。

3、特殊型号电流互感器

3.1 多抽头电流互感器。这种型号的电流互感器，一次绕组不变，在绕制二次绕组时，增加几个抽头，以获得多个不同变比。它具有一个铁心和一个匝数固定的一次绕组，其二次绕组用绝缘铜线绕在套装于铁心上的绝缘筒上，将不同变比的二次绕组抽头引出，接在接线端子座上，每个抽头设置各自的接线端子，这样就形成了多个变比，见图 5-3。

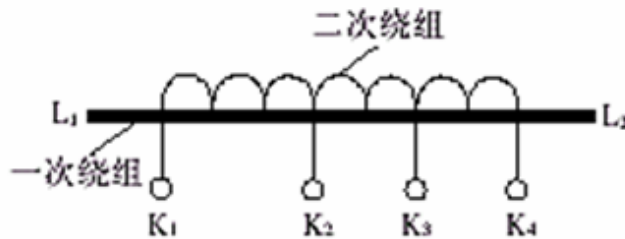


图 5-3 多抽头电流互感器原理图

例如二次绕组增加两个抽头， K_1 、 K_2 为 100/5， K_1 、 K_3 为 75/5， K_1 、 K_4 为 50/5 等。此种电流互感器的优点是可以根据负荷电流变比，调换二次接线端子的接线来改变变比，而不需要更换电流互感器，给使用提供了方便。

3.2 不同变比电流互感器。这种型号的电流互感器具有同一个铁心和一次绕组，而二次绕组则分为两个匝数不同、各自独立的绕组，以满足同一负荷电流情况下不同变比、不同准确度等级的需要，见图 5-4。

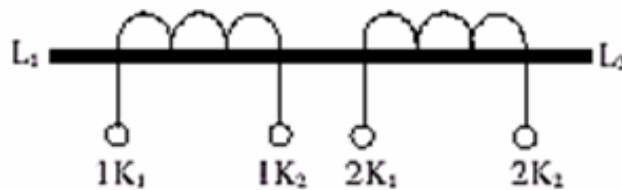


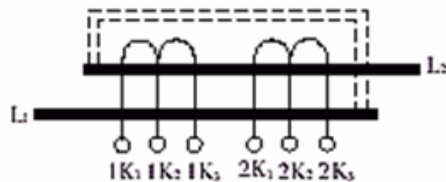
图 5-4 不同变比电流互感器原理图

例如在同一负荷情况下，为了保证电能计量准确，要求变比较小一些(以满足负荷电流在一次额定值的 2/3 左右)，准确度等级高一些(如 1K1、1K2 为 200/5、0.2 级)；而用电设备的继电保护，考虑到故障电流的保护系数较大，则要求变比较大一些，准确度等级可以稍低一点(如 2K1、2K2 为 300/5、1 级)。

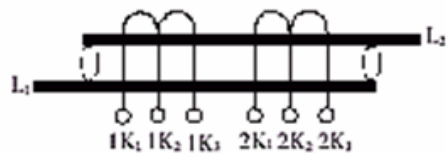
3.3 一次绕组可调，二次多绕组电流互感器。这种电流互感器的特点是变比量程多，而且可以变更，多见于高压电流互感器。其一次绕组分为两段，分别穿过互感器的铁心，二次绕组分为两个带抽头的、不同准确度等级的独立绕组。一次绕组与装置在互感器外侧的连接片连接，通过变更连接片的位置，使一次绕组形成串联或并联接线，从而改变一次绕组的匝数，以获得不同的变比。带抽头的二次绕组自身分为两个不同变比和不同准确度等级的绕组，随着一次绕组连接片位置的变更，一次绕组匝数相应改变，其变比也随之改变，这样就形成了

多量程的变比，见图 5-5(图中虚线为电流互感器一次绕组外侧的连接片)。

带抽头的二次独立绕组的不同变比和不同准确度等级，可以分别应用于电能计量、指示仪表、变送器、继电保护等，以满足各自不同的使用要求。例如当电流互感器一次绕组串联时(图 5-5a)，1K1、1K2、1K2、1K3，2K1、2K2，2K2、2K3 为 300/5，1K1、1K3，2K1、2K3 为 150/5；当电流互感器一次绕组并联时(图 5-5b)，1K1、1K2，1K2、1K3，2K1、2K2，2K2、2K3 为 600/5，1K1、1K3，2K1、2K3 为 300/5。其接线图和准确度等级标准在铭牌上或使用说明书中。



(a)一次串联(两匝)

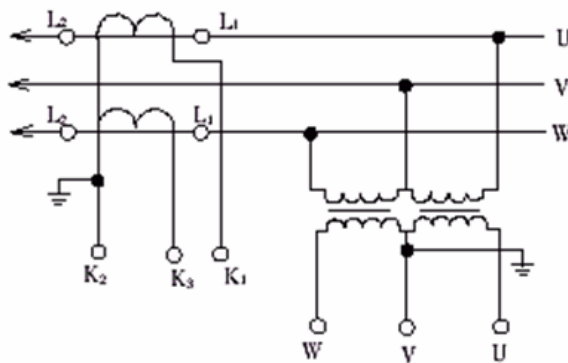


(b)一次并联(一匝)

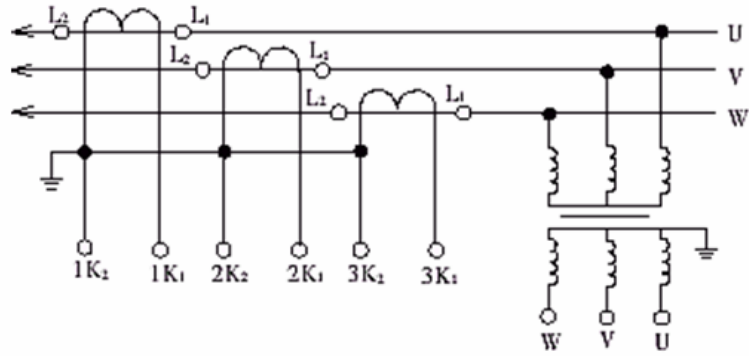
图 5-5 一次绕组匝数可调、二次多绕组的电流互感器原理图

3.4 组合式电流电压互感器。组合式互感器由电流互感器和电压互感器(详细内容本讲第四节介绍)组合而成，多安装于高压计量箱、柜，用作计量电能或作用电设备继电保护装置的电源。

组合式电流电压互感器是将两台或三台电流互感器的一次、二次绕组及铁心和电压互感器的一、二次绕组及铁心，固定在钢体构架上，浸入装有变压器油的箱体内，其一、二次绕组出线均引出，接在箱体外的高、低压瓷瓶上，形成绝缘、封闭的整体。一次侧与供电线路连接，二次侧与计量装置或继电保护装置连接。根据不同的需要，组合式电流电压互感器分为 V/V 接线和 Y/Y 接线两种，以计量三相负荷平衡或不平衡时的电能，见图 5-6(a)、(b)。



(b)三台电流互感器和电压互感器 Y/Y 接线



(a)两台电流互感器和电压互感器 V/V 接线

图 5-6 组合式电流电压互感器

电流互感器的应用

电流互感器是一种广泛使用的电器元件，除能将被测大电流降低到标定值外，还能安全地将高压电路隔离。除它常规的应用方法外，还有若干其他的用途，笔者以实例说明电流互感器的用途。

电流互感器是一种广泛使用的电器元件，除能将被测大电流降低到标定值外，还能安全地将高压电路隔离。除它常规的应用方法外，还有若干其他的用途，笔者以实例说明电流互感器的用途。

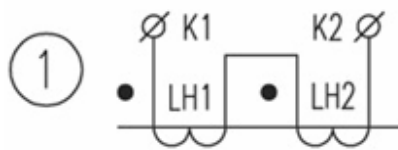


图 1：负荷阻抗高于互感器额定阻抗时，可将多只相同的互感器串联使用，其变比不变，但阻抗增加。

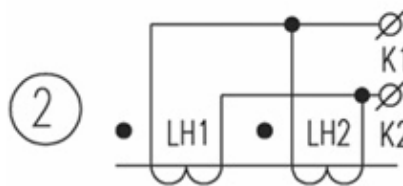


图 2：如果负荷阻抗低于单只互感器时，可将多只相同的互感器并联，这时输出阻抗减小，但电流会增加、变比也会减少。

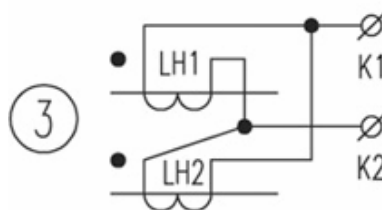


图 3：为差接法，用二只互感器反相连接能反应对称过荷和三相短路常用电路，若用

在电机保护电路中使用，效果较差，但使用元器件最少。为提高灵敏度，后面可接信号放大电路，推动电子线路工作。

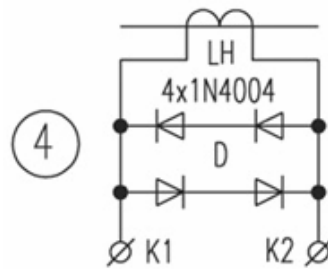


图 4：为避免在电子线路应用中出现高电压的保护，最简单方法就是用二极管将电压钳位，钳位电压由串联的二极管数量决定。如使用稳压管和压敏电阻，效果将更好。

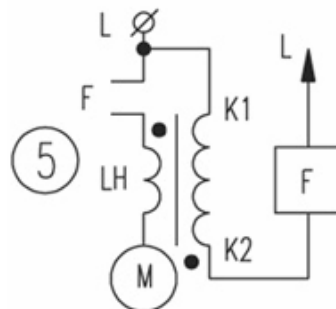


图 5：该电路可在电机启动时，因电源电压降低，消除接触器线圈 F 吸合不牢的现象（互感器的次级电压将和控制电路的电源电压叠加，注意接线是有极性的）。

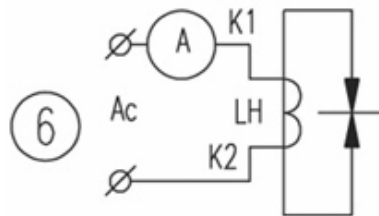


图 6：利用电流互感器倒用升流，作为低阻抗电器元件，可用于电流继电器、热继电器等的试验。制作时穿入导线截面积一定要大，长度尽可能短，若增加匝数，电流也会增大。最好选用大变比、大容量互感器，对 150VA 的互感器，当总阻为 6Ω 时，电压可达 30 伏。注意：在次级升压过程中，电流表读数不能超过 5 安。

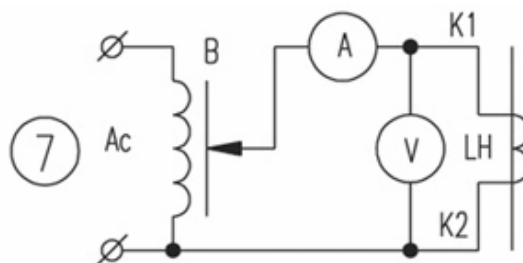


图 7：测定电流互感器的伏安特性电路。按图示逐渐升压，当电流增加，电压表读数不再变化时，就是磁饱和的状态。只需测量伏安对应的数据，即可画出伏安特性曲线。

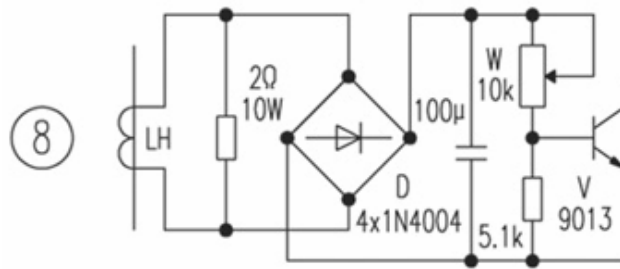


图 8：是一种用互感器从线路上取出反映电流变化的控制信号，若增加一次绕组的匝数，可使信号增强。

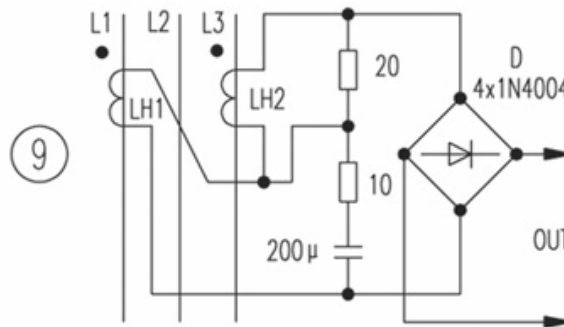


图 9：是一种负序电流过滤器的电机断相保护电路。当一相断线时，负序电流上升，若互感器次级接有移相元件组合的电流滤波器，就可把负序电流输出。互感器应使用具有矩形磁特性的磁环制作，次级线圈一般应在几百匝左右。

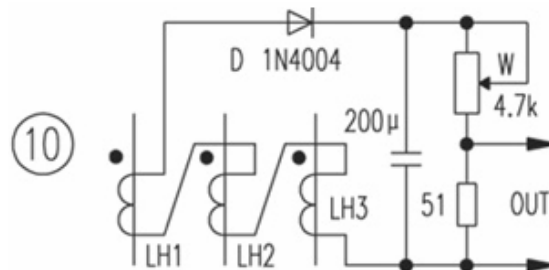


图 10：是一种三次谐波电流，电机断相保护电路。因为三次谐波是同相位的，故也称作零序电流保护电路。电流互感器不是线性的，而是快速饱和的，所以铁心要使用铁氧磁环。

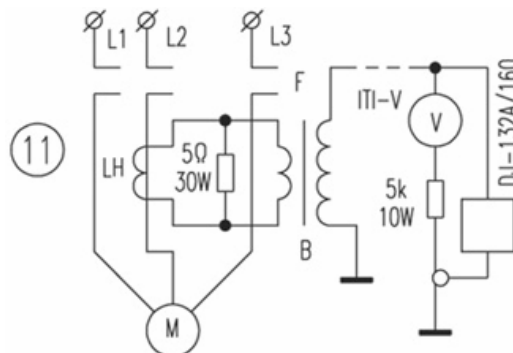


图 11：利用电流互感器作为单线遥测的互感器。变压器 B 可用输出变压器反接代替，控制室的电压表刻度应改成标定的电流刻度。电压继电器可作报警信号或跳闸开关。一般遥控距离可达数百米。上述仅列举了 11 种电流互感器的应用电路，可供电工人员参考。