

# 220 kV 2500A 智能化磁光电流互感器

陈锡坤 汤淋宝 朱绮彪 邱静和 戴兰发

(上海科学技术大学, 上海 201800)

**提要** 研制了 220 kV 2500 A 智能化磁光电流互感器, 得到在  $-30 \sim +40$  °C 范围内不稳定性小于  $\pm 0.5\%$ , 在 1000~8000 A 电流范围内线性误差为  $\pm 0.5\%$  的实验结果。

**关键词** 法拉第效应, 智能化, 磁光电流互感器(MOCT)

## 1 引 言

在电功率系统许多变电站安装 220 kV 2500 A 电流互感器(CT), 这种 CT 绝缘麻烦、体积笨重、易受电磁干扰、动态范围差, 且充油有爆炸危险、价格贵。本文描述光、电、磁相结合的磁光电流互感器(MOCT), 并配以电子线路和计算机, 用弱电技术来测量强电, 采用绝缘性能好的抗磁性材料作法拉第感应材料, 光纤作导光材料以克服 CT 所存在的缺点。

## 2 结构原理

220 kV 2500 A 智能化磁光电流互感器的框图如图 1 所示。

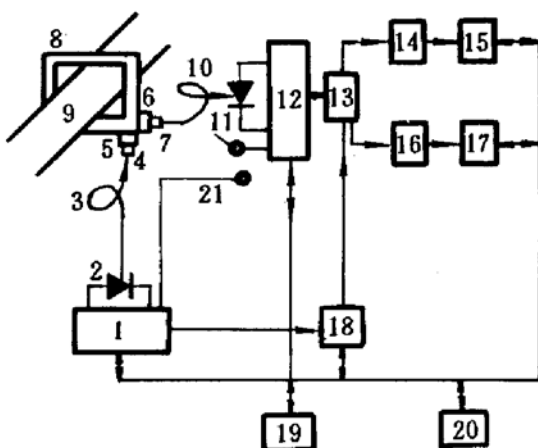


Fig. 1 Schematic block diagram of intelligent MOCT

1: program controlled pulse source; 2: LED; 3: fiber; 4: bar lens; 5: polarizer; 6: analyzer; 7: bar lens; 8: magneto optic glass; 9: current-carrying conductor; 10: fiber; 11: PIN; 12: preamplifier; 13: correlator; 14: DC amplifier; 15, 17: A/D; 16: AC amplifier; 18: program controlled delay; 19: computer; 20: shower/key; 21: corrective signal

**2.1 光源** 我们采用脉冲电流驱动 GaAs 双异质结  $0.82 \mu\text{m}$  的发光二极管(LED)作光源, 其发出的光耦合进 100 m 长的多模光纤, 出纤功率可达  $200 \mu\text{W}$ , 脉冲电流从 20~100 mA 自动可调, 通过单片机把 MOCT 的直流输出信号反馈给 LED 驱动源, 自动调节它的电流达到 MOCT 直流信号的稳定输出。

2.2 传感头 采用方形块状 SF-6 玻璃,具有全反射相位补偿的双层光路结构<sup>[1]</sup>,重 1.5 kg,通过载流导线的中心孔径为 100 mm,通过起偏器把光纤传输出来的光变成线偏振光,入射到传感头,经 6 次全反射线偏振光绕载流导体一周,完成以下法拉第效应环路积分。

$$\phi = V \int_l H \cdot dl \quad (1)$$

式中  $\phi$  为法拉第旋转角,  $V$  为材料的 Verdet 常数, SF-6 玻璃的  $V = 0.08 \times 10^{-2} \text{ }^\circ/\text{Oe} \cdot \text{cm}$ <sup>[2]</sup>,  $H$  为导体中电流所产生的磁场,  $l$  为在方形四臂中的光程长度。检偏器把传感头输出的振幅调制线偏振光变成强度调制  $P$

$$P = \frac{1 - \alpha}{2} P_0 (1 + \sin 2\phi) \quad (2)$$

式中  $P_0$  为起偏器的透射光强,  $\alpha$  为传感头玻璃对光的衰减系数,这里  $\alpha = 0.65$ 。再通过 100 m 光纤把光传输到 PIN,将光信号转换成电信号。

2.3 智能化信号处理 采用软、硬件相结合的方法,按(2)式要求处理成输出信号  $v$  正比于  $\phi$ ,  $v = c\phi$  ( $c$  为常数)。电网上的交流信号通过光学系统和检测仪器往往会产生一个位相延迟,本仪器用软件进行补偿(每周期取 512 个采样点),在 1000 ~ 8000 A 范围内使用电网交流信号和经过测试系统后的输出交流信号二者的位相差缩至一个周期的  $\pm 0.2\%$ 。MOCT 测量动态范围大,交流信号测量量程采用自动切换,并保证整个测量范围内保持线性。计算机对相关器进行零漂补偿,以保证相关器的直流输出稳定。本测试仪具有自检、自校功能,还能显示电网电流的有效值和波峰系数,提供输出信号波形,以便观察电压与电流之间的相位差。

### 3 实验结果

图 2 为华东电力试验研究所对 220 kV 2500 A 智能化 MOCT 的测试结果,在室温下从 1000 ~ 8000 A 的电流测量范围内线性误差小于  $\pm 0.5\%$ ,准确度为 0.5 级(标准电流是用 0.05 级的标准电流互感器测量,读出电流表为 0.2 级)。机电部信息传输线产品质量监督检测中心对此 MOCT 在  $-30 \sim +40 \text{ }^\circ\text{C}$  温度范围内进行稳定性测试,传感头上加 696 A 恒定的工频电流,测试结果如图 3 所示,不稳定性小于  $\pm 0.5\%$ 。导线电流波形与 MOCT 补偿相位差后输出波形比较见图 4 所示。

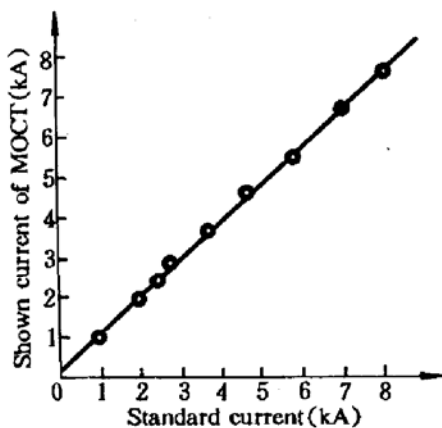


Fig. 2 The output character of MOCT

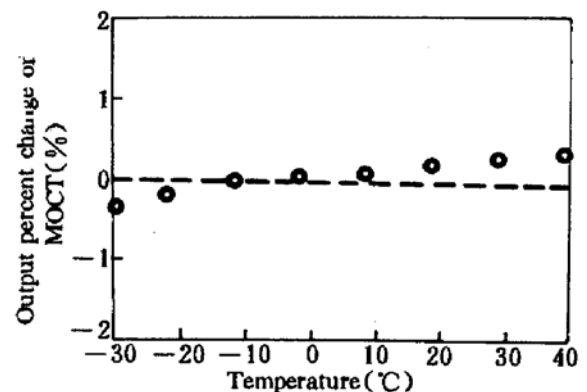


Fig. 3 The temperature stability of MOCT

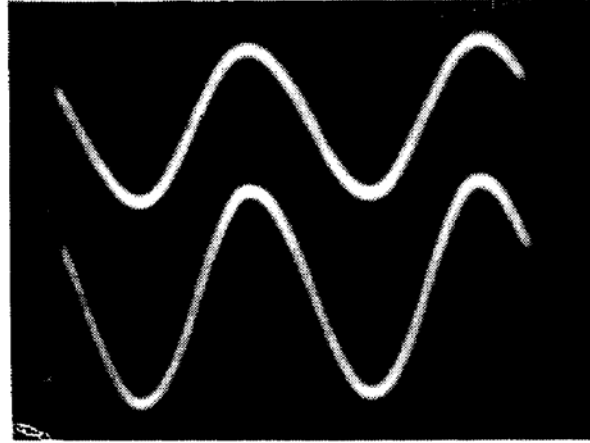


Fig. 4 The output waveforms of MOCT  
The upper one is current signal of electric net  
The lower one is output of MOCT

### 参 考 文 献

- 1 陈锡坤, 邱静和, 戴兰发等. 四角状 ZF-7 玻璃双层光路电流传感头研究. 光学学报, 1993, 13(6): 532~535
- 2 谷内哲夫, 鎌田修, 林义明等. 光ファイバ电流・电压计. *National Technical Report*, 1983, 29(5): 716~726

## 220 kV 2500 A Intelligent Magneto-optic Current Transformer

Chen Xikun Tang Linbao Zhu Qibiao Qiu Jinghe Dai Laifa

(*Shanghai University of Science and Technology, Shanghai 201800*)

**Abstract** We demonstrate 220 kV 2500 A intelligent Magneto-optic current transformer. The instability is less than  $\pm 0.5\%$  over the temperature range  $-30 \sim +40$  °C and the linearity error is  $\pm 0.5\%$  at room temperature within a primary current range 1000~8000 A.

**Key words** Faraday effect, intelligence, magneto-optic current transformer (MOCT)