

微机低压网络保护继电器的特性及测试

李仁俊 刘素英 张 波 山东工业大学 (250014)

概述

在^[1]中,作者阐述了由微处理机构成的低压网络保护继电器的工作原理和实现方法。本文作者将进一步介绍该继电器的几种特性及测试方法,此外还对该继电器的编程装置加以介绍,以期对它的工作原理、调试方法及使用有更多的了解。

由微处理器构成的网络保护继电器(MNPR)是为满足高密度重负荷的现代化城市低压网络的连续可靠供电而设计的。MNPR的主要功能是监视接入城市低压网络中的配电变压器低压侧的功率流向,当不论何种原因导致功率流向由低压网络指向配电变压器且超过某一预设水平时,MNPR将发出跳闸信号使配电变压器低压侧的网络保护器(NP)跳闸,以切断同低压网络的联系。此后MNPR将监测该变压器低压侧同网络侧的“相—相”电压,一旦该电压差的幅值及其与网络侧相电压之间的相角差满足合闸条件时,保护继电器将使NP开关自动重合于低压网络上。

为了满足不同工况要求,MNPR的跳闸特性被设计成四种方式,即灵敏跳闸方式、瞬时/延时跳闸方式、不灵敏跳闸方式和有功—无功跳闸方式。这四种跳闸特性分别示于图1a~1d,图2为继电器的重合特性。正如文^[1]所述,这些跳闸特性是由微处理器的软件设计来实现的,而各种特性的选择是由编程装置来完成的。

1 低压网络保护继电器的静态特性测试

通过静态测试可了解继电器的各种工作特性、参数设定、调整范围、精度和整体工作是否满足要求,在测试中需要精确可调的三相电压电流源和移相装置。作者使用了美MUL ti-Amp公司生产的PULSAR测试仪。这是一种高精度数字式多功能继电器测试仪器,操作简单,使用也很方便^[2]。

根据成套低压网络保护器(NP)的接线不同,MNPR电压电流输入端子的接线也不相同。这里提供两种常用的接线以供参考。图3a为西屋公司的接线方式,图3b为通用公司的接线。两图中虚线以上为NP接线,虚线以下为MNPR部分。由图可见,其主要差别在于通用公司NP内的电流互感器带有一电压耦合线圈,当开关NP跳闸后,变压器低压侧与网络侧之间的相电压差 V_p 将通过此线圈感应到CT的两次,MNPR将检测此量来求取差电压大小及与网络电压 V_a 之相位差(参见图2)。

试验装置同继电器的外部接线,同图3a和图3b的连接基本相仿。对四种跳闸特性和一种重合特性测试的结果分述如下。

图4所示的为灵敏跳闸方式的测试结果及其特性曲线。灵敏跳闸方式的设定能保证在配电变压器反向激磁(即仅低压侧带电)的条件下,保护继电器能可靠跳闸。继电器的电流定值范围为0.5~15mA。测试结果表明继电器的动作特性不太理想,这主要是由于继电器本身的电流互感器的非线性磁化特性引起的,目前厂家已做了改进。

图5所示为瞬时/延时跳闸方式的测试结果。特性曲线的阴影区是延时跳闸区。当反向电

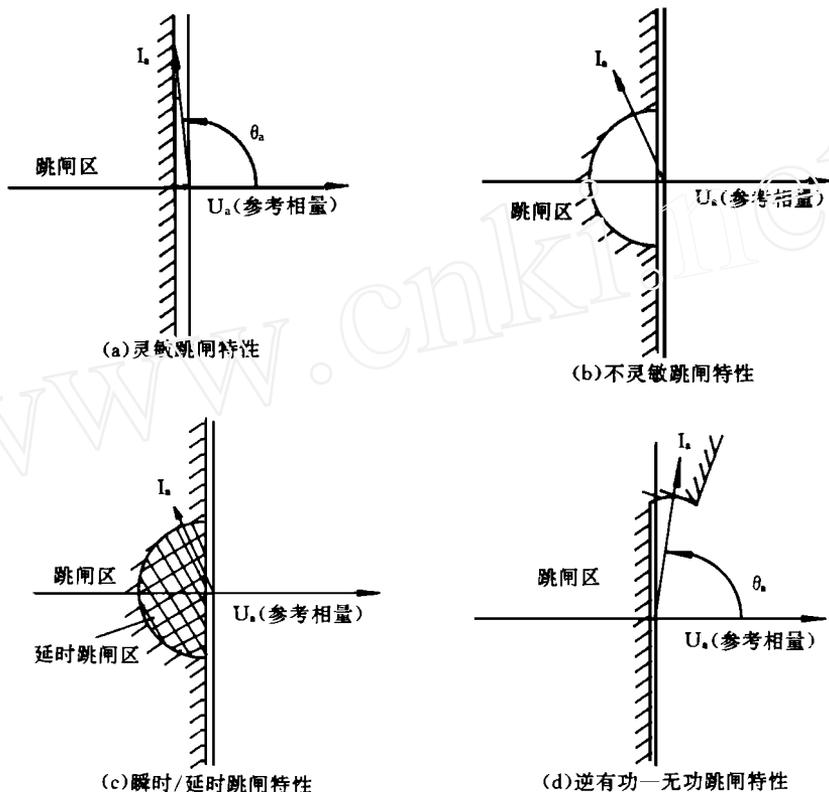


图1 MNPR 的跳闸特性

流小于设定值时，继电器将经设定长延时跳闸。当反向电流超过设定值时继电器将瞬时动作于跳闸。该动作特性主要是考虑当允许某些短期逆功率负荷的情况下，防止继电器不必要的跳闸。

图6为不灵敏跳闸方式的测试结果及特性。设计该工作特性主要是考虑当允许某些能产生长期逆功率负荷的情况下，防止继电器不必要的跳闸。

图7所示为逆有功—无功跳闸方式的测试结果及特性。该工作特性主要用在变压器为 Y_0/Y_0 接线且高压馈线始端采用熔丝做保护的情况。当高压馈线发生单相接地短路，而引起始端高压熔丝熔断时，具有该工作特性可保证继电器可靠跳闸^[3]。

图8所示为继电器重合特性的测试结果及特性曲线。由于差压变压器在小电压下磁化曲线的非线性关系，导致特性曲线在近原点处发生扭曲，这一情况厂家也做了改进。

2 低压网络保护继电器的模拟联网试验

对继电器进行模拟联网试验的目的是为了确定在不同系统故障或异常方式下，保护继电器的动作行为，即跳闸与重合行为。图9为模拟联网试验接线，该试验是在动模实验室进行

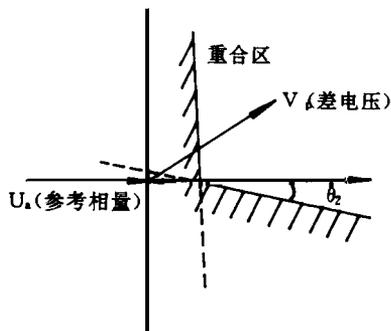


图2 继电器重合特性

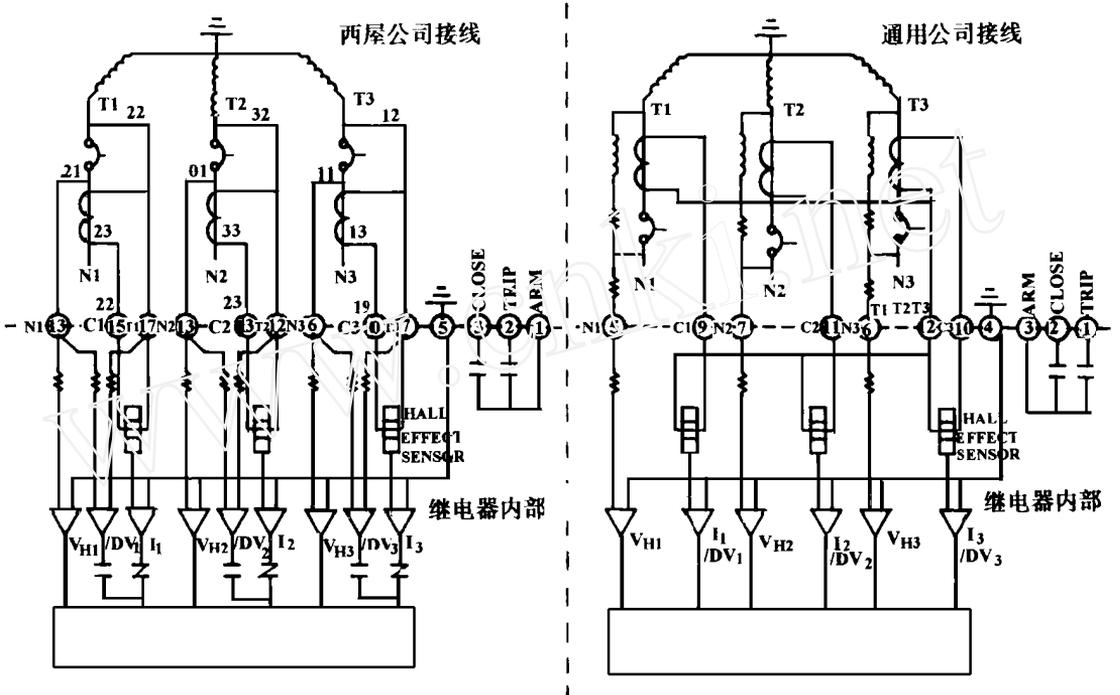


图 3 网络保护器同继电器的连线

Relay Setting: $I_{min}=3mA$ $V_N=125/\alpha^\circ$

α	90	95	105	135	165	195	225	255	265	270
$I(mA)$	260	60	23	13	7	7	13	23	>60	-
Relay	G	G	G	G	G	G	G	G	G	-
Status	G	G	G	G	G	G	G	G	(Flash)	-

Relay Setting: $I_{INST}=2.5A$ $TD=60$ Sec $V_N=125/\alpha^\circ$

α	85	90	105	135	165	195	225	155	270
I_{inst}	>5	2.5	2.49	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.9
TD	-	-	55.1'	55.2'	55.1'	55''	55.1'	55''	-

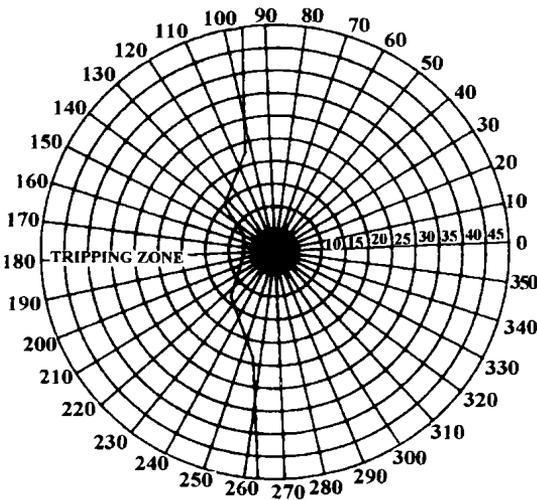


图 4 灵敏跳闸特性测试数据及曲线

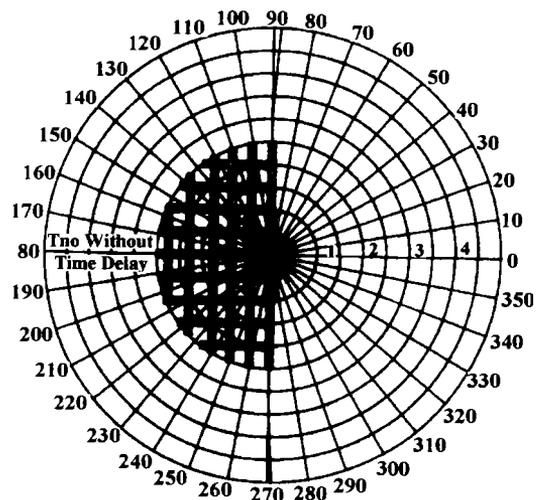


图 5 瞬时/延时跳闸特性测试数据及曲线

的。系统电源 (TU) 经隔离变压器同两回模拟馈线相连, 馈线的末端分别接有模拟配电变压器 T_1 和 T_2 , 变压器低压侧为模拟低压网络, 母线上接有可调模拟负荷。配电变 T_1 的低压侧

Relay Setting: $I_{INST}=2.5A$ $V_N=125/\alpha^\circ$

α	90	105	135	165	195	225	255	270	
Inst $I > 2.5A$	-	2.51	2.51	2.5	2.5	2.51	2.51	-	
TD	-	0.35"		0.3"		0.38"	0.35"	-	

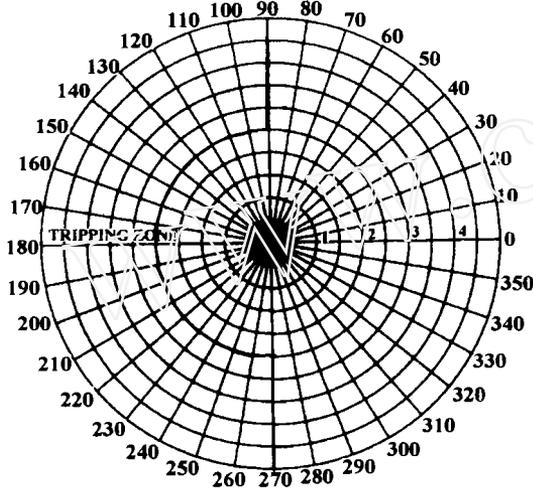


图6 不灵敏跳闸特性测试数据及曲线

Relay Setting: $W_C=5A$ $W_A=-60^\circ$ $V_N=125/\alpha^\circ$

α	55	60	85	90	95	105	195	255	265	270
$I < 5.4A$	-	-	-	G	G	G	G	G	G	-
$I > 5.4A$ (Flash)	G	G	G	G	G	G	G	G	G	(Flash)

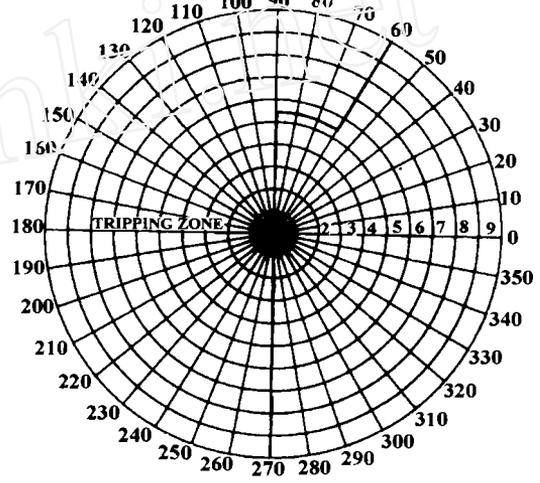


图7 逆有功—无功跳闸特性测试数据及曲线

接有网络保护器NP和继电器MNPR。继电器的出口可对NP开关进行分—合闸控制。

联网试验项目、步骤及结果分述如下。

1) 死网试验。死网是指低压网络系统的电压为零或接近于零的情况。当MNPR投入低压网络时，如果检测到死网条件，将发出合闸命令使NP自动合闸于网络系统。

参照图8电路，死网的试验步骤及结果如下：

依次切断开关“402B”和“102”；依次合上开关“401B”和“101”；3. 当合上开关“106”时，NP将自动合闸。

2) 配电变压器环流逆功率试验

MNPR设定在灵敏跳闸方式。试验步骤及结果如下：调整变压器T₂分接头，使其二次开路电压略高于变压器T₁的二次开路电压；将试验电路所有开关置于合闸状态；逐渐减少低压网络母线Bus3上负荷的量值，直至T₁出现逆功率并导致NP跳闸。

3) 配电变T₁高压侧馈线发生临时性单相接地故障。试验步骤及结果如下：所有电路开关于合闸状态；在母线Bus2处制造临时性单相接地故障；继电器将动作于NP跳闸，经6秒种后继电器使NP自动重合。

Relay Setting: $I_{INST}=2.5A$ $TD=60\text{ Sec}$ $V_N=125/\alpha^\circ$

α	85	90	105	135	165	195	225	155	270
Inst $I > 2.5A$	>5	2.5	2.49	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.9
TD $I < 2.0A$	-	-	55.1"	55.2"	55.1"	55"	55.1"	55"	-

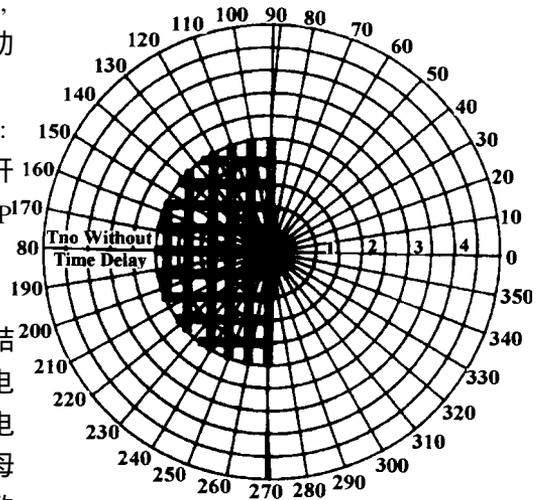


图8 重合闸特性测试数据及曲线

如果配电变压器的高压侧为 或 Y 接法，继电器将不动作于跳闸。

4) 配电变 T₁₁ 高压侧馈线发生临时性两相接地短路故障。

试验步骤及结果如下：所有开关置合闸状态；在母线 Bus2 处制造临时性两相短路故障；NP 将自动跳闸，经 6 秒钟后又自动重合。图 10 所示为短路故障波形及继电器动作状态。

5) 配电变 T₁ 一次馈线拉合闸试验。

试验步骤如下：所有开关置合闸状态；拉断开关“40IB”，NF 应自动跳闸，且不重合；合上开关“40IB”，6 秒钟后 NP 将自动重合。

此外还进行了不同系统接线与参数，不同跳闸特性下，继电器的动作情况，限于篇幅，这里不再赘述。

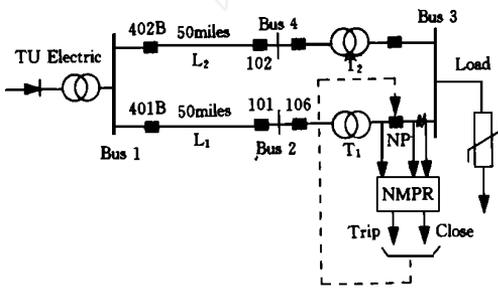


图 9 继电器模拟联网试验接线

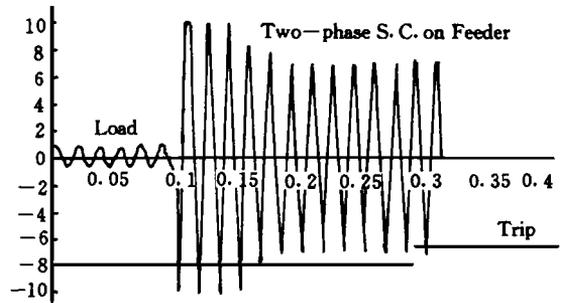


图 10 一次馈线两相接地短路继电器动作行为

3 其它试验

按厂家提供的技术指标，对继电器进行了其它试验，包括高压承受试验、高电流/高电压组合试验、谐波试验等。下面仅对谐波试验加以说明。

根据电力用户的要求，需对继电器作谐波试验。对 MNPR 施加的谐波成分如下：基波为 41%；三次谐波为 6%；五次谐波为 50%；七次谐波为 2%；九次谐波为 1%。PULSAR 试验器与 PC 机联机后即可进行谐波试验。在 PC 机上运行谐波发生程序经

与 PULSAR 接口后即可构成谐波发生器。在 PULSAR 的电流或电压输出中将含有要求的谐波成分。对继电器测试结果表明，继电器基本上只反应基波分量，而谐波成分影响甚小。

4 MNPR 编程装置简介

MNPR 编程装置是专为 MNPR 继电器配备的一种由微处理器构成的便携式多功能编程器。通过编程装置和 MNPR 继电器上的 RS-232 通讯接口，两者可进行双向通讯，以交换数据。MNPR 编程器主要完成如下功能：特性选择及参数设定；变比系数选择；运行参数监视；出口接点状态监视及闭锁；编程命令。

图 11 所示为编程器的面板布置图。盘面上 16 个功能及参数的选择可通过四个字母键 (A, B, C, D) 和四个数字键 (1, 2, 3, 4) 的组合来实现。盘面上还有 LED 显示器，可显

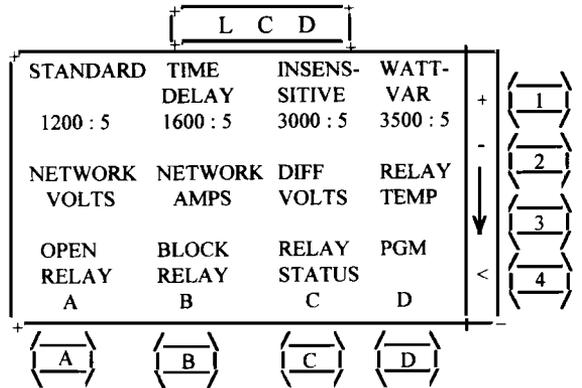


图 11 继电器用编程器盘面布置图

示字符及数字, 做监视用。现举例说明使用方法, 如按“ A ”键和“ 1 ”键, 则LED 上显示出“ STANDARD ”, 表明选择了灵敏跳闸方式, 如再按下“ 4 ”键, 则该方式被确认。且将现行参数及设定方式经通讯口发送到M N P R 继电器内, 记录到EEPROM 上。如果要修改参数, 则按“ D ”键和“ 4 ”键, LED 将显示现行设定方式下的第一个参数定值: “ RV ”(重合电压)及现行定值如“ 2.5V ”; 如果要改变此差电压定值需按“ 1 ”键, 可增加定值, 或按“ 2 ”键, 可减少定值。如果要改变重合角度定值, 则再按“ 3 ”键, 此时LED 上显示“ RA ”(重合角度)和角度现行值如“ - 5° ”。同样, 按“ 1 ”键或“ 2 ”键可对角度进行增减修改。同理, 按“ 3 ”键可依次显示其他定值并进行修改。修改完毕后, 仍需按“ 4 ”键, 将所有修改参数确认且经通讯口发送到继电器侧。表 1 所示为按动“ 3 ”键, 参数循环显示的符号和参数定值范围。

表 1 参数符号及定值范围

符号	定值范围	含义说明
RV	0. ~ 5. 5V	重合电压差
RA	- 10~ + 25°	重合相角差
ST	0. 5~ 15mA	灵敏跳闸电流
IC	0. 5~ 10A	瞬时/延时跳闸电流
IT	0. 5~ 10A	不灵敏跳闸电流
WC	0. 5~ 10A	有功—无功跳闸电流
WA	- 60~ + 60°	有功—无功跳闸角度
PC	0~ 60°	相位补偿
LED	1~ 6	LED 亮度选择

编程器还可经两端通讯口向M N P R 继电器读取系统运行参数, 如网络电压、网络电流、网络差电压、以及监视继电器的内部温度和出口接点的状态等。

5 结语

本文就低压网络保护继电器的运行特性, 调试方法和调试工具, 做了阐述, 旨在使有关读者对该继电器的构成原理和使用有更深入的了解。随着我国城市电力的日益发展, 供电密度日益增大, 作者相信这种继电器在我国也会得到广泛的应用。

参考文献

- 1 李仁俊等. 一种低压网络系统的保护继电器. 继电器, 1994 4
- 2 Pulsar Tester: U ser's M anual, Multi- Amp Co.
- 3 David R. Sm ith, "Reverse Current Sensitivity Requiment for Network Relay ", A nalysis Report, Westing House Electric Corp. M arch 18, 1985