

# 一种低压网络系统的保护继电器

李仁俊 刘素英 韩继生 山东工业大学电力工程系(250014)

**摘要** 低压网络系统是一种高性能的城市供电系统,它对其继电保护装置的性能也提出了更高的要求。本文分析了对低压网络保护继电器的特性要求,介绍一种由微处理器为核心构成的具有自动跳闸及重合功能的低压网络保护继电器。

**关键词** 城市供电 低压网络 微处理器 低压网络保护继电器。

## 1 低压网络系统及其对继电保护的要求

随着现代化城市的飞速发展,高密度重负荷的城市供电网络相继形成,为提高供电质量,城市中心的供电通常是由地下电缆按某种联接方式构成的低压网络系统来实现。

图1所示为9结点网络结构的低压配电系统。它由两部分组成,如图1b所示,其一是网络单元,包括高压三相隔离开关,网络变压器和网络保护器;其二是低压配电网,包括电缆、联接器和保护熔丝。图1a所示为向低压网络供电的一次系统,分别经三条馈线引向低压网络的不同结点。该网状结构的系统具有很高的可靠性,统计资料表明:其全年停电时间约为90分/年,较之通常的低压配电网系统的可靠性高60倍以上<sup>[1]</sup>。

网络保护器即低压空气开关,它应能在保护继电器的控制下实现下述自动操作功能:(1)当高压馈线上或网络变压器内部发生故障时,保护器将自动跳闸,以实现故障的隔离;(2)当高压馈线电源侧的断路器或高压熔丝因任何原因断开时,保护器将自动跳闸,以使一次馈线断电;(3)一次馈线送电,在满足一定条件下能实现自动重合。

鉴于上述要求,用于控制保护器的继电器应能识别网络的各种运行状态,并具跳闸及重合控制出口。

## 2 网络保护继电器的动作特性

### 2.1 跳闸特性

考虑到不同的网络结构特点及运行条件,为能按上述要求正确地实现对保护装置的跳闸操作的自动控制,继电器应具有下述几种特性可供选择。

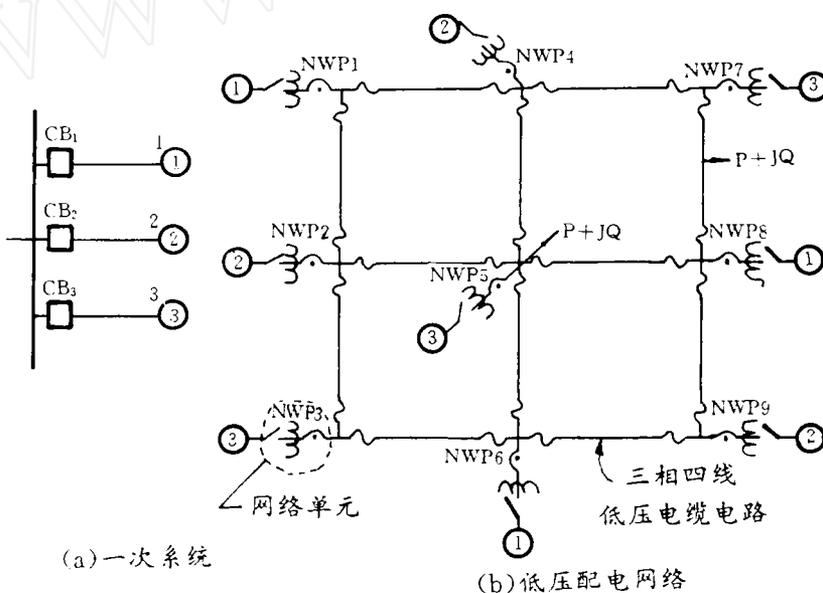


图1 低压网络系统及其同配电站联接

### ①逆有功特性

如图 2a 所示,当网络变压器一次侧发生故障或变压器高压馈线始端断路时,有功功率的方向将由低压网络流向变压器侧,故可使继电器按图 2b 所示特性动作,此特性称逆有功特性,动作条件可表示为:

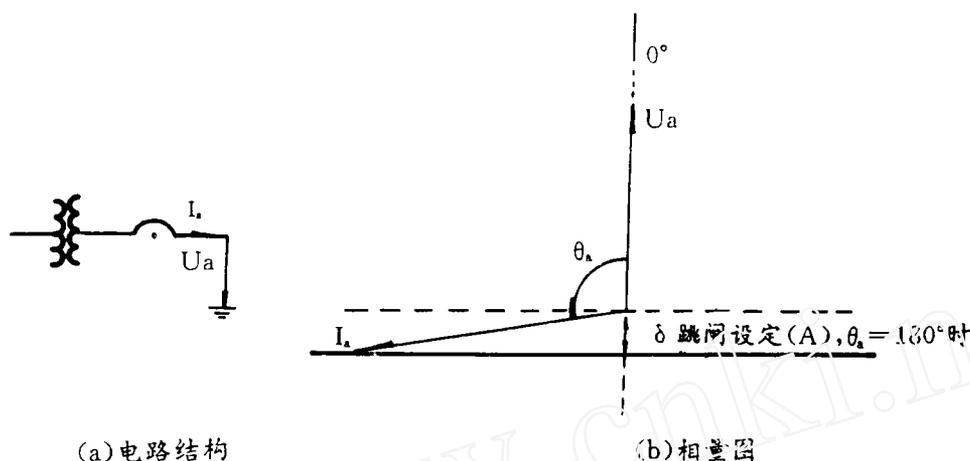


图 2 继电器逆有功跳闸特性

$$|I_a \cos \theta_a| \gg \frac{P_{1min}}{3U_a}$$

式中  $P_{1min}$  为使继电器动作的最小逆有功功率;  $\theta_a$  为  $I_a$  超前于  $U_a$  之角度。图中  $\delta$  之值的范围一般取在电流互感器一次额定电流的 0.1%~10%之间。

### ②逆有功无功特性

在某些故障条件下,上述逆有功特性不能满足跳闸要求,如一次馈线始端用高压熔丝作保护,网络变压器采用  $Y_0/Y_0$  接线,线路发生单相短路时,继电器可能会拒动,因此时故障相电流同相电压之间相角  $\theta$  小于  $90^\circ$ ,在这种情况下,可将继电器的动作区间顺时针方向旋转  $60^\circ$ ,如图 3 所示,继电器的跳闸条件在三相对称前提下可表示为:

$$|I_a \cos(\theta_a + 60^\circ)| \gg \frac{P_{1min}}{3U_a}$$

此即逆有功一无功特性。但该特性不适用于低压网络负荷为容性,且功率因数低于 0.8666 的情况,因此时继电器会误动。也不适用于一次馈线开路而充电电流较大的情况,这时继电器会拒动<sup>[1],[2]</sup>。

此外,为适应某些情况,还有一种动作特性是将继电器的动作边界较逆有功特性逆时针转动  $60^\circ$ 。

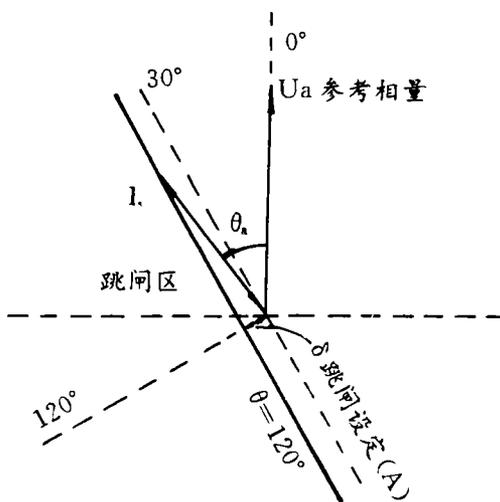


图 3 继电器逆有功无功跳闸特性

## 2.2 重合特性

当网络保护器跳闸后,在满足下述条件的前提下,继电器应能够控制保护器自动重合,条件之一是一旦保护器重合后,流经它的有功功率和无功功率应由网络变压器流向低压网络,此

外,如果保护器闭合前,网络电压很低,即所谓死网,此时保护器亦应自动重合。

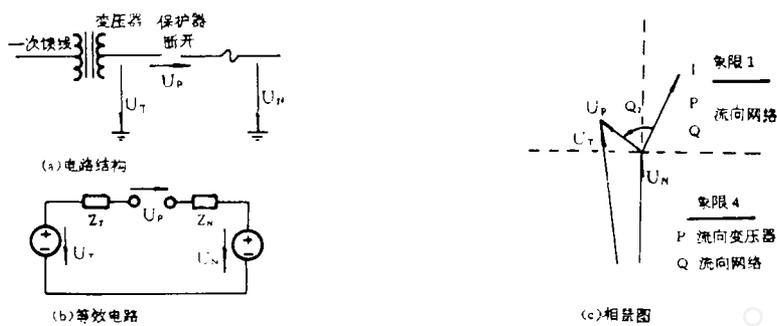


图4 网络保护器重合电路及相量关系

图4a所示为网络保护器断开时的电路,图中 $U_T$ 、 $U_N$ 分别为网络变压器侧和低压网络侧的相对地电压, $U_P$ 为网络保护器触头两侧之电压。根据戴维南等效定理,保护器两侧之等效电路如图4b所示,图中 $Z_T$ 与 $Z_N$ 分别为两侧网络之等效阻抗,设 $Z_T$ 、 $Z_N$ 均为感性,则可对合闸后电路中各相量作出相量图如图4c所示,图中 $\theta_0$ 为 $U_P$ 与合闸后网络电流 $I$ 之间夹角,即 $Z=Z_T+Z_N$ 之阻抗角,通常 $\theta_0$ 在 $70^\circ\sim 85^\circ$ 之间。显然若要合闸后有功及无功都自网络变压器侧流向低压网络,则 $I$ 落后 $U_N$ 且它们之间相角差小于 $90^\circ$ ,即 $I$ 将落在第一象限。

综上所述,继电器可以通过检测 $U_P$ 之幅值大小及 $U_P$ 与 $U_N$ 之间相角差,确定合闸后有功无功流向,从而作出应否重合的正确判断,如图5所示,阴影部分为重合区,继电器重合特性的可调参数有两个:其一为差电压最小设定值 $r$ ,其范围一般取 $(0.5\%\sim 0.2\%)U_N$ ;其二为下限角度设定值 $\delta$ 。

要满足上述跳闸及重合特性要求,用传统的感应型静态型继电器实现将比较复杂,甚至难以实现,以下介绍一种以微处理机为核心构成的网络保护继电器。

### 3 微处理器网络保护继电器(MNPR)的构成原理

MNPR以单片微处理机为核心构成。由于采用了数字技术,MNPR的各项性能指标较之传统的继电器均有很大提高。以下分别从硬件及软件两个方面说明MNPR的构成及工作原理。

图6所示为MNPR的硬件结构原理图。网络电压、电流经端子排同MNPR内部的电压电流互感器相联接,转换成标准的电压信号后经多路开关送到A/D转换器转换成数字量后再送CPU进行数据处理和逻辑判断,以作出跳闸或重合的决策并经出口继电器控制保护器的跳合。

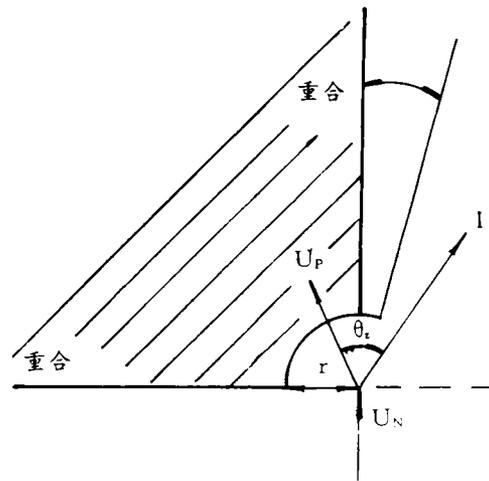


图5 保护继电器的重合特性

通过键盘显示器可以方便地选择不同的继电器特性以及设定修改继电器特性参数。RS-232 串行接口可以与远方控制中心计算机实现串行通信,从而实现远方监视和修改继电器定值。

MNPR 的主程序流程图如图 7 所示。MNPR 开机启动后将首先进行初始化,即对 I/O 接口(包括串行通信口)以及采样频率等进行初始设定和选择工作方式,之后选择继电器

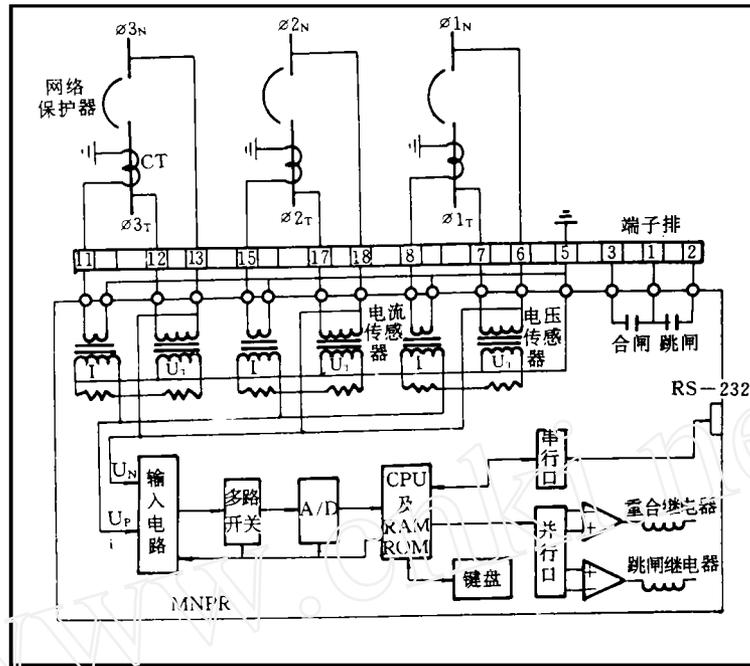


图 6 网络保护器继电器硬件构成

动作特性并设定其特性参数,然后进入循环监测状态。在每一个监测周期中,MNPR 采样必要的电压、电流信号,并根据所选择的继电器特性进行逻辑判断,满足跳闸条件则输出跳闸信号,满足重合条件则输出重合控制信号,之后继续循环监测,直至关机方能结束循环。

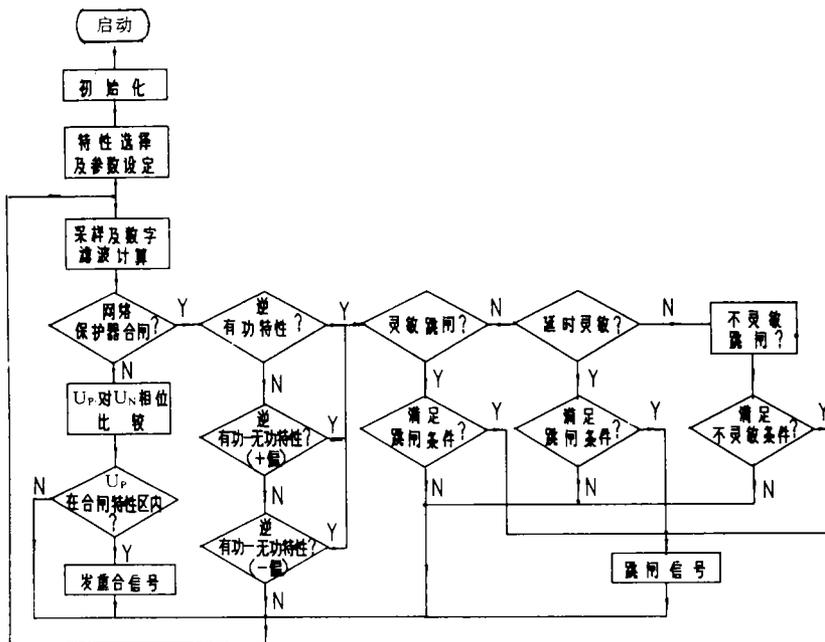


图 7 MNPR 软件结构

# ZPJ-1 微机智能测试仪的研制\*

彭刚祥 长沙继电器厂(563003)

**摘要** 本文介绍了 ZPJ-1 微机智能测试仪及 ZNPDY 配电负荷管理软件系统,该测试仪的 CPU 采用 NEC 公司的 8031 集中芯片,配有 A/D 转换、低通和保护、锁相倍频等功能.软件系统是在 FOXBASE 数据库系统上开发的,具有较好的人机界面和易读性,它接收抄表程序抄录的数据和人工录入的配电变压器的参数及安装情况说明等,对供电负荷变化情况、供电指标及供电设备的使用情况以表格、曲线的方式提供给管理人员,使供电管理达到科学化。

## 1 硬件部分概述

### 1.1 ZPJ 的组成及逻辑系统框图

ZPJ 微机智能测试仪是一个由传感器至数据处理电路组成的完整的数据采集系统,它包括变送器 TV、TA、电源、低通滤波及保护、相位锁定倍频脉冲发生器、模—数转换部分、数字电路部分。以上几个部分按照电压等级及逻辑关系上的远近,共分成三块印制电路板;变送器板、电源及通道板、CPU 板。变送器板包括 TV、TA 电流取样电阻、电源变压器。电源及通道板包括稳压、低通滤波、保护锁相倍频等电路。CPU 板包括所有的数字

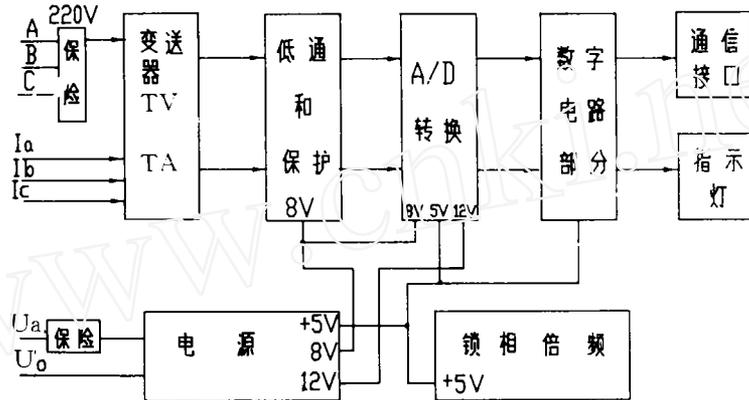


图 1

器、模—数转换部分、数字电路部分。以上几个部分按照电压等级及逻辑关系上的远近,共分成三块印制电路板;变送器板、电源及通道板、CPU 板。变送器板包括 TV、TA 电流取样电阻、电源变压器。电源及通道板包括稳压、低通滤波、保护锁相倍频等电路。CPU 板包括所有的数字

## 4 结论

本文所介绍的由微处理器构成的低压网络保护继电器(MNPR)是最近研制的新产品,用于负荷密度大、对供电可靠性要求高的城市低压配电系统中。目前在很多国家(如美国)其 80%以上的大中城市都采用低压网络系统来供电,以提高供电可靠性。随着我国现代化城市的建设与发展,低压网络系统将逐渐取代传统的城市供电系统,本文介绍的继电器可供参考。

### 参考文献

- 1 David. R. Smith, Low— Voltage A. C. Network Systems. Report, Power Technologies INC. , September 22, 1988.
- 2 David. R. Smith. Reverse Current Sensitivity Requirement for Network Relays. Analysis Report, WestingHouse Electric Corp. , March 18, 1985.

\* 本文 1994 年 5 月 25 日收稿