

# 异步电动机微机型综合式保护装置的研究

罗文广 广西工学院(545005) 刘宝仁 郑州工学院(450002)

**【摘要】** 国内电动机的运行损坏率较高,为此某电厂希望在它的大型异步电动机上装设新的保护装置,笔者从事了该装置的研制工作。新型装置是以8031为CPU的微机型装置,本文介绍该装置软硬件的设计思想和设计方法。实验室仿真实验表明该装置优于常规型保护装置(通常指机电式、整流式和晶体管式)。

**【关键词】** 微机型综合式保护装置 热模拟方程 动作特性

## 前言

电动机的保护问题长期困扰着继电保护专业人员及运行人员。国内电动机保护装置多采用常规继电器构成的保护装置,由于该装置性能较差,在供电线路故障或电机故障、异常运行需切除电源时,时常不能及时、准确地动作,由此造成电动机过热损坏。据不完全统计,每年电动机损坏的直接经济损失上亿元。随着我国经济高速发展,电动机将会更广泛地应用于石油、化工、冶金、纺织及电力等各部门,对其保护问题的解决将更加迫切,因此机械工业部将电动机保护列为“八五”重点攻关项目。

国内不少大型工矿企业从国外引进一些较先进的集成电路式的保护装置,这些装置运行效果较好。现在,国外开始搞微机保护装置,以使装置在性能上达到最优。国内一些继电器生产厂家为有我们自己的性价比高的产品做了许多工作,研制出了一些集成电路式的保护装置,并涉足微机型装置。

## 1 设计思想

常规型继电保护装置性能较差,对此进行研究,发现它们内在的、无法改善的缺陷,主要概括为以下两点:

(1)异步电动机转子槽的集肤效应,有利于电动机的起动,但也存在不利的方面,当电动机或电源回路发生故障时,电机中流入负序电流,产生负序旋转磁场,使集肤效应显著增加,转子电阻增加,电机损耗增加,电动机发热变得严重。常规型保护装置反应于全故障量,无法考虑到异步电动机中负序电流产生的这种特殊效应,所以它们的动作特性只是不精确地模拟了电动机的热特性,实行的保护是不精确的。

(2)常规性保护装置一般来说主要实现一种保护功能,如果要实现多种保护功能,则要装设多套保护装置,二次接线十分复杂,各项保护的整定值的整定必须考虑其他正常运行状态下装置不误动作。按上述原则整定的保护整定值一般来说都偏大,装置的灵敏度降低。

微机型保护装置,应能克服常规装置的缺点,在继电保护所要求的“四性”(选择性、速动性、可靠性、灵敏性)及经济性上达到一个新的高度。设计新型装置主要从以下几个方面考虑:

①实现多种继电器一体化,具有多种保护功能。各项保护功能有其各自不同的保护原理,

收稿日期:1995-10-27

《继电器》1996年第3期 21

它们反应于不同的故障分量(正序、负序、零序)。

②从装置的性能上考虑,8031 有足够快的速度处理数据,基本上能实时反应电动机的运行特性,所以 CPU 采用 8031 能满足设计要求,能实现良好的保护。

③保护装置很重要的一个方面,就是整定值的整定,新型装置应使整定简单、可靠。

④装置的出口应包括一个报警出口和一个跳闸出口。

## 2 硬件设计

装置总的结构原理框图如图 1 所示。微机系统部分电路如图 2 所示,主要包括以下几个模块:

(1)输入通道 A/D 转换采用 ADC0809,三个输入通道分别引入正序、负序、零序分量。

(2)键盘/显示器与 8279 的接口电路 微机型保护装置整定值的整定采用键盘整定、LED 显示器显示方式。键盘/显示器专用接口芯片 8279 采用内部译码方式,最多可扩展四位显示器和  $4 \times 8$  的键盘,本装置只需三位 LED 显示器和  $4 \times 4$  的键盘,所以采用该方式能满足设计要求。

(3)出口电路 由图 2 见,并行接口芯片 8255A 接出口电路(其间经光电隔离),共有两个出口,一个用于过负荷报警,另一个用于跳闸切电源。

(4)面板 装置的面板上设有  $4 \times 4$  键盘,三位 LED 显示器,一只七位的 DIP 开关,八只发光二极管,复位开关。

$4 \times 4$  键盘中 0~9 键为数字键,A~F 键为功能键,控制六项整定项的输入,包括:电动机发热时间常数,起动时间,起动电流倍数,额定电流,最大电容电流,负序效应系数。

LED 显示器显示从键盘输入的值。

DIP 开关用于控制整定、保护功能选择及过负荷保护曲线(热模拟曲线)选择。本装置具有多种保护功能,可根据需要选择。进行过负荷保护时考虑电动机的具体运行情况,给出了六条负荷率分别为 0、60%、70%、80%、90%、1 的保护曲线,供选择。

八只发光二极管指示电动机的运行状态及故障类型,分别指示:电动机正常运行,过负荷,相间短路,严重的不平衡,接地故障,起动时间过长,EEPROM 故障、整定值出错,EPR0M 故障及线路故障。

## 3 软件设计及保护原理

图 3 为主程序框图,图 4 为中断 0 服务程序(跳闸程序)框图。程序实现了模块化,各功能程序以子程序形式出现。程序的设计,使装置具有以下保护功能:电动机起动时间过长保护,相间短路/运行中的堵转保护,不平衡保护(三相电源电压严重不对称、断相、反相),接地故障保护,过负荷保护。

### 3.1 起动时间过长保护

起动时间过长保护程序是通过模拟电动机的起动过程来完成该程序的功能的,它能够实现电动机起动完毕判断,实现起动时间过长保护(包括起动时的堵转,考虑堵转时间不低于起动时间的情况)。8031 内部的定时器能够十分准确地定时,所以实现的保护是精确的。

### 3.2 相间短路/运行中的堵转保护

保护装置具有以下动作特性:

当正序电流  $I_1 \geq 0.5I_{st}$  ( $I_{st}$  为起动电流),保护装置动作。发生的故障为相间短路,装置瞬

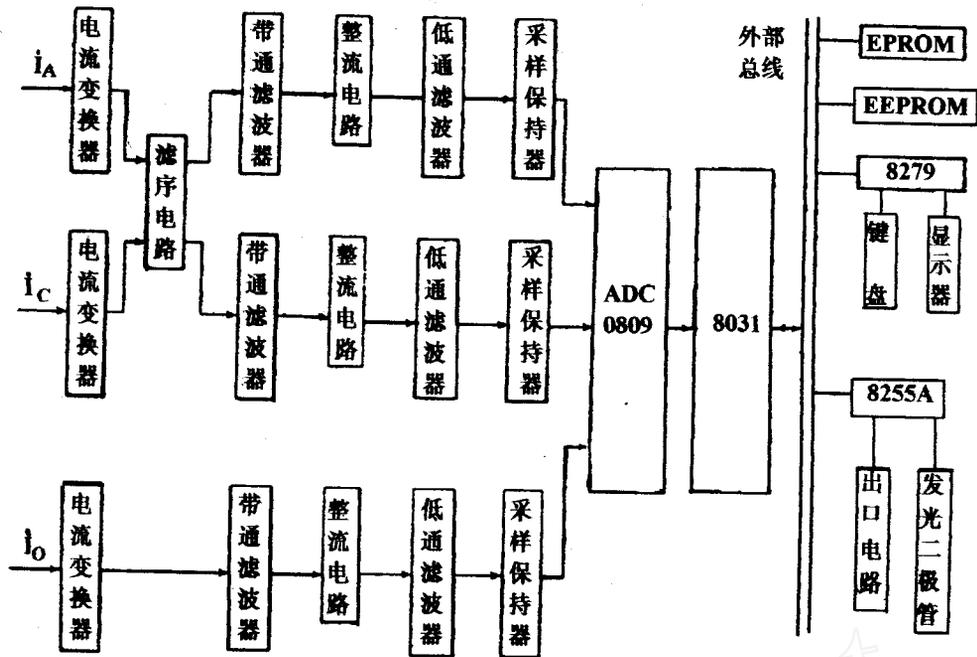


图1 微机型保护装置原理结构框图

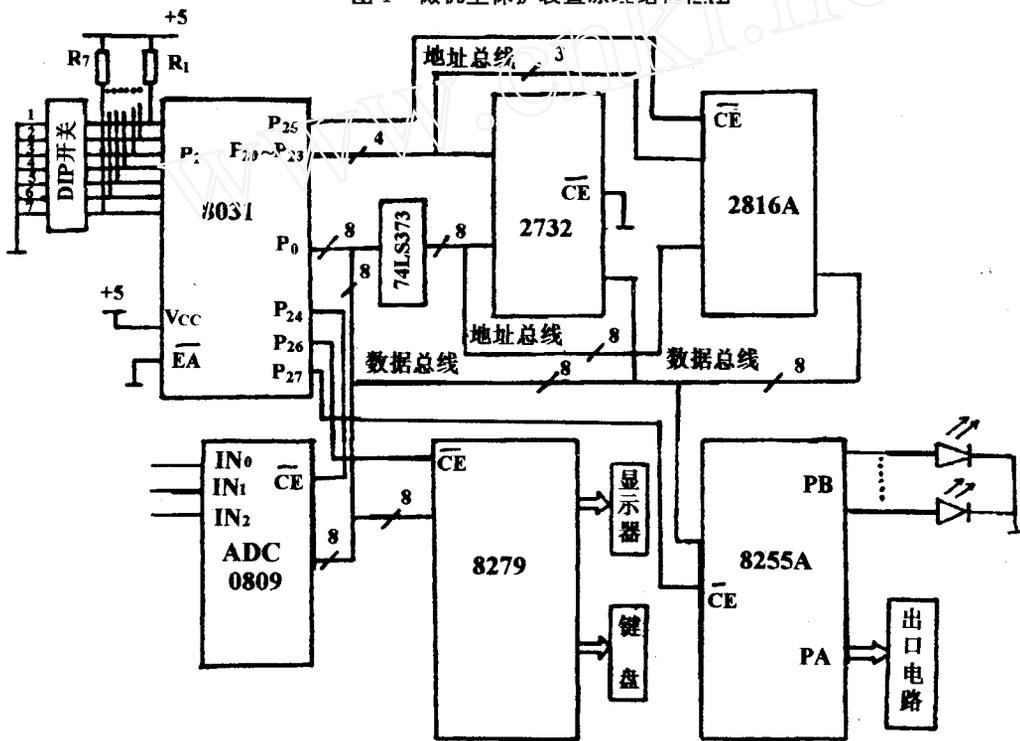


图2 微机系统部分电路图

时动作；为堵转故障时，装置延时  $T_s$  ( $T_s$  为起动时间) 后动作。装置可根据相间短路、堵转两种故障的电流特性的不同，判断故障类型。新型保护装置的短路保护与传统式继电器的电流速断保护主要有以下不同：

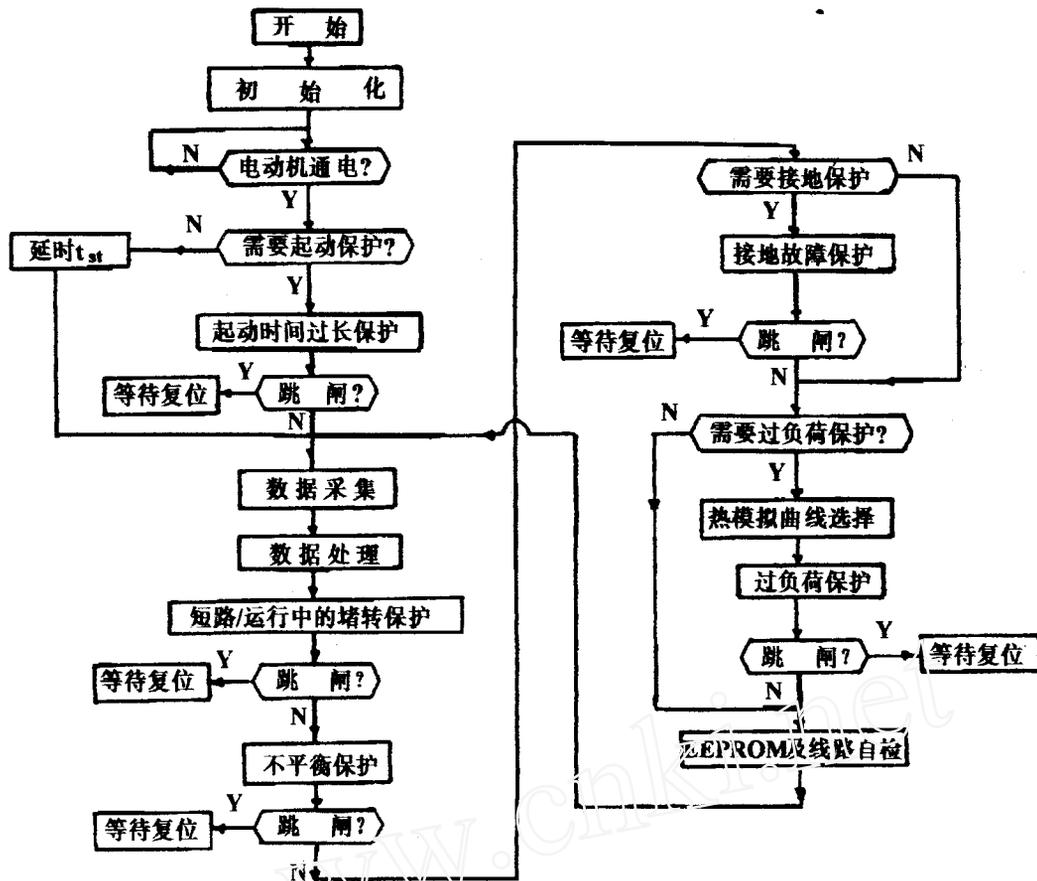


图 3

a. 传统的电流速断保护,其整定值是按躲过电动机的起动电流来考虑的;新型装置的动作电流的整定则无此限定,所以灵敏度较高。

b. 传统式的电流速断保护,需要考虑非周期分量的影响,其整定值需乘一个可靠系数;新型装置中,故障信号经电流变换器、滤波电路等电路后,才进入 CPU,可以认为非周期分量已被滤掉,或已衰减完,不用考虑非周期分量的影响。

c. 传统的电流速断保护用故障量(电流互感器二次侧的电流)来直接启动继电器;新型装置只用这些故障量进行分析判断,给出跳闸或不跳闸命令,继电器的动作是由驱动器启动的,只要驱动器选择得当,不存在因电流继电器的实际起动电流可能小于整定值而发生误动作,也不存在拒动的问题。

d. 传统式继电器反应于全电流;新型装置反应于正序分量,具有更高的灵敏度。

### 3.3 不平衡保护

国内异步电动机的传统式继电保护,基本上不设反应于负序电流的不平衡保护,发生不平衡故障时,电流倍数不很大,但负序电流却使电机的发热变得严重,装设的过负荷保护不能速

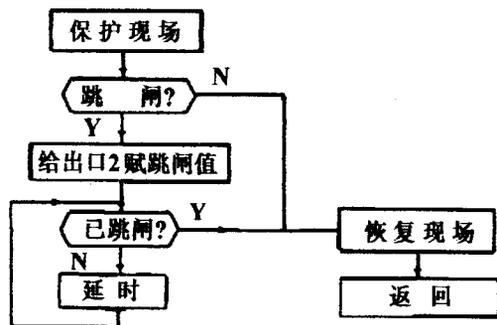


图 4

断,电动机很容易过热。

新型保护装置具有如下动作特性:

当负序电流  $I_2 \geq 0.8I_s$  ( $I_s$  为整定电流) 时,保护速动,主要保护断相和反相故障;当  $I_2$  在  $(0.05K_{gd} \sim 0.8)I_s$  之间,保护反时限动作,主要保护较严重的三相电源电压不对称。

### 3.4 接地故障保护

新保护装置采用 0.3s 固定延时动作方式,接地电容电流暂态分量已衰减,整定方程中不必乘一个很大的可靠系数,但为了防止保护区外发生接地故障而发生误动作,整定值仍乘一个可靠系数。

### 3.5 过负荷保护

过负荷保护是以热模拟方程作为动作方程,热模拟方程为:

$$t = T \ln \frac{I_{eq}^2 - I_0^2}{I_{eq}^2 - (1.05)^2}$$

式中  $T$ ——电动机的发热时间常数;

$I_0$ ——电动机初始运行电流。新装置中,给出六种初始状态,对应地有六条热模拟曲线。

$I_{eq}$ ——电动机的等效电流,它考虑了异步电机的集肤效应引起的正、负序电流对电动机发热的不同影响,表达式为:

$$I_{eq} = \sqrt{I_1^2 + K I_2^2}$$

上式中, $K$  为负序效应系数。

新装置具有如下的动作特性:

当  $0.97I_s \leq I_{eq} \leq 1.05I_s$  时,电动机处于过负荷警戒状态,发警报;当  $I_{eq} \geq 1.05I_s$  时,保护反时限动作。

该装置和传统继电器实行的过负荷保护主要有以下不同:

传统继电器的特性与电动机的过负荷特性相差较大,当过电流倍数不大时,继电器的动作时限不够长,不能充分利用电动机的过负荷能力;另一方面,当过电流倍数较大时,可能出现保护不足的问题;从其动作电流整定方程看,当电机发生轻微过负荷时,可能因整定值过大出现保护死区,电机长期运行于这种状态,很容易发生过热。新型保护装置以热模拟方程作为其动作方程,热模拟方程反应的是电动机的热特性,是对电动机过负荷特性的良好模拟,所以新装置实现的过负荷保护是良好的。

## 4 结论

理论分析、实际设计及实验室仿真实验表明:微型综合式保护装置能实现多种继电器一体化,具有较高的保护精度和灵敏度,可靠性也较高,不易发生误动作。可以预言,微型综合式保护装置将成为异步电动机保护装置的发展方向。

### 参考文献

- 1 罗文广. 异步电动机新型综合式保护的研究. 郑州工学院硕士论文
- 2 GEC. Type MCHN01(02) Motor Protection Relay
- 3 杨奇逊著. 微型机继电保护基础. 水利电力出版社, 1991 年
- 4 许实章主编. 电机学(下). 机械工业出版社, 1986. 11
- 5 潘新民等著. 单片微型计算机实用系统设计. 人民邮电出版社, 1993. 6

# RELAY

CN41—1121/TM

ISSN 1003—4897

Relay Editorial Board

Xuchang Relay Research Institute

Address:183 Jianshe Road Xuchang China, Postcode:461000

No. 3(Sum 95)

August 25 1996

A Quarterly

## CONTENTS AND ABSTRACTS (Partial)

### THEORETICAL STUDY AND CALCULATION

#### **Split-phase Current Differential Protection Using Fault Components** ..... Wu Yekai, et al(4)

A new scheme of utilizing phase current fault component to realize split-phase current fault component differential protection and utilizing zero-sequence currents of both ends to realize zero-sequence current differential protection is presented basing on split-phase full current differential protection. On the precondition of assuring enough preventability against fault beyond reach, the protection has very high sensitivity in high resistive fault within reach on heavy load.

**Key words:** fault component current differential, zero-sequence current differential, microprocessor-based line protection

#### **The Influence of Start Methods And LF Characteristic of Pump Storage Group on Protection** ..... Yao Qinglin, et al(10)

There may be a LF zone of long term during start process of pump storage group which, as a synchronous motor, drives pump. The influence of different start methods and their LF characteristic on pump storage group protection is discussed and a valuable conclusion is yielded.

**Key words:** pump storage group, motor start, LF characteristic, group protection

#### **A Digital Narrow-Band Filter for Microprocessor-Based Protection** ..... Xiong Xiaofu, et al(15)

A method of using frequency sampling to design a narrow-band digital filter for microprocessor-based protection is introduced and the method is used to design a digital filter to filter fundamental component. Comparing with Fourier full-cycle filtering method, it has more advantageous in restricting nonperiodic component. The application prospect of the method in the microprocessor-based protection is indicated.

**Key words:** digital filter, narrow-band, frequency sampling, microprocessor-based protection

#### **A daptive Impedance Relay for Short Line** ..... Fan Chunju, et al(18)

According to the small setting value and the characteristics of the short line and its fault, an adaptive impedance relay for short line has been put forward in this paper on the basis of the detailed analysis of circular directional impedance relay, reactance relay and quadrilateral impedance relay. The relay posed takes full advantages of the calculating and judging capability, with the reactance relay measuring short circuit impedance, the directional impedance relay directing correctly. This relay is able to protect big transition resistance and avoid the load impedance. When used as single phase ground relay, it is easy to be made to protect transition resistance adaptively.

**Key words:** short line, impedance relay, protection, adaptive

#### **Research on Microprocessor-Based Comprehensive Induction Motor Protection Device** ..... Luo Wenguang, et al(21)

For reasons of higher damage rate of domestic motor in service, a power plant desired to instal a new protective device on its large asynchronous motor. The author took part in the development of the device. The device is a microprocessor-based protection device using 8031 as CPU. The design principle and method of its software and hardware are introduced. Simulation experiment has shown that the device is better than conventional protection device (e. g. electro-magnetic, rectifier and transistor types).

**Key words:** microprocessor-based comprehensive protection device, thermal simulation equation, operating characteristics

#### **Computer Setting Calculation for Bus Differential Protection** ..... Wang Xiang, et al(26)