

数字式高压电动机综合保护继电器的研究

王振浩,李国庆

(东北电力学院,吉林 132012)

摘要: 根据高压电动机现有保护存在的问题,基于对称分量法检测电动机故障时各序电流分量的大小为保护判据,简单分析了电机的故障特征,应用单片机实现其综合保护。

关键词: 高压电动机; 对称分量; 微机保护

中图分类号: TM588; TM772

文献标识码: B

文章编号: 1003-4897(2001)07-0035-03

1 前言

目前的发电厂用高压电动机(3kV、6kV、10kV)由于运行条件差、保护不完善等原因,电动机运行中烧损是普遍存在的,其保护的方式主要是感应过流继电器为主的反时限保护加相间短路的速断保护,容量较大的重要电动机采用差动保护,现场运行中存在下列问题:

(1) 传统的保护主要以电流增量为主要特征来反应对称故障及相间短路,对于不对称故障如匝间短路、断相、不平衡运行等难以正确动作。

(2) 对于接地故障,大多数电动机没有安装零序保护。

(3) 每台电动机按常规保护需几块继电器,维护和检修工作量大,且保护反应较慢不能快速排除故障。

基于以上分析,本文应用对称分量法理论提出了电动机故障时通过检测正序电流反应对称故障、过负荷、相间短路等,通过检测负序电流反应不对称故障,不平衡运行、匝间短路、断相等,通过检测零序电流反应接地故障,应用单片机为手段就可以实现

能覆盖电动机所有故障类型的综合保护,具有全面、快速、整定方便等特点。

2 高压电动机故障特征

高压电动机常见故障可以分为对称故障与不对称故障两大类,对称故障有:对称过载、堵转、短路等,这类故障对电动机的损害主要是由于电流增大引起的热效应,因此对称故障可以通过常规的过流保护来实现。

电动机的不对称故障,如断相、不平衡运行、相间短路、接地短路等,除了严重的短路会造成故障相电流明显增大外,不对称故障的大多数一般不会出现明显的过电流。因此常规保护往往不能及时反应,而不对称故障产生的负序电流也会给电动机造成很大的危害。

根据对称分量法分析,在发生不对称故障时电动机电流可以分解成正序、负序、零序电流分量。在电动机正常运行时,三相基本对称,负序和零序电流分量基本为零,而一旦发生不对称故障,则会大幅度出现,以此鉴别不对称故障将有很高的灵敏度和可靠性。高压电动机常见故障的分析结果如表1。

表1 高压电动机故障特征分布

故障类型		零序	负序	过电流	其它故障特征	保护特性	
对称故障	过载	无	无	$(1.2 \sim 5) I_c$	$I_a \quad I_b \quad I_c$	反时限	
	堵转	无	无	$(5 \sim 7) I_c$	$I_a \quad I_b \quad I_c$	短时限	
	短路	无	无	$(8 \sim 10) I_c$	$I_a \quad I_b \quad I_c$	速断	
不对称故障	非接地	断相	无	$I_c/\sqrt{3}$	$\sqrt{3} I_0$	$I_a = 0, I_b = -I_c$	短时限
		逆相	无	I_a	无	$I_a \quad I_b \quad I_c$	速断
		不平衡	无	有	无	$I_a \quad I_b \quad I_c$	短时限
		相间短路	无	有(其值取决于位置)		$I_b \quad -I_c$	速断
	接地	单相接地	$\Sigma I/3$	有	取决于位置	$I_a > I_b \quad I_c$	速断
		两相接地	$\Sigma I/3$	有	取决于位置	$I_b, I_c > I_a = I_0$	速断

注:单相故障设A相为故障相;两相故障设B、C相为故障相; I_0 表示故障前电流幅值; $\Sigma I = I_a + I_b + I_c$

根据分析,电动机发生对称故障时的主要特征是电流幅值增大,而发生不对称故障时的主要特征是出现负序和零序电流分量。根据这一结论,本文将高压电动机的综合保护分解成三个部分,即过流保护、负序电流保护和零序电流保护,如表 2。由此可基本覆盖电动机的所有常见故障类型。

表 2 电动机保护的组成

保护类型	针对故障	保护特性
过流保护	过载、堵转	过流反时限
	严重短路	速断
负序保护	断相、不平衡	负序反时限
	局部短路	定时限
零序保护	接地性短路	定时限

根据分析还可发现,电动机的负序、零序电流分量及过流程度等故障信息的分布组合关系与电动机的故障类型之间具有很好的对应关系。根据这一对应关系,可以鉴别电动机故障类型,指明故障原因,从而实现了自动故障诊断。

保护的核心问题是如何检测各故障特征,即过流程度、负序电流和零序电流分量。

3 高压电动机序分量检测

过流程度的检测沿用了常规的电流互感器 A、C 两相接线方式,分别检测 A 相电流和 C 相电流幅值,取较大者作为电动机过流信息。

负序电流检测由于现场高压电动机普遍采用两相式电流互感器接线,所以该继电器特别设计了在 A、C 两相电流输入情况下的负序电流滤过器如图 1,图 2 为相量分析。

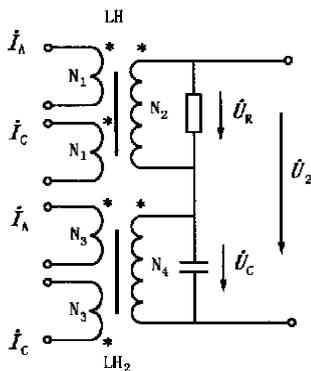


图 1 负序电流滤过器

$$\dot{U}_R = \frac{N_2}{N_1} R (\dot{I}_A + \dot{I}_C) \quad \dot{U}_C = -j \frac{N_4}{N_3} X_C (\dot{I}_A - \dot{I}_C)$$

图 1 中各参数要求满足此关系: $\frac{N_2}{N_1} R = \sqrt{3} \frac{N_4}{N_3} X_C$

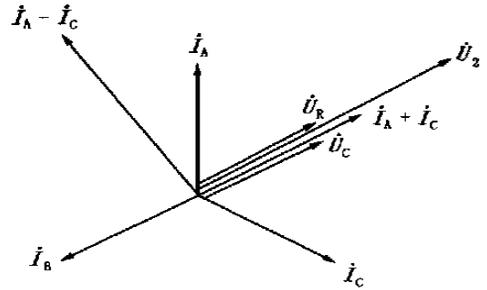


图 2 通入负序电流时向量图

$$\dot{U}_2 = \dot{U}_R + \dot{U}_C = \frac{N_2}{N_1} R (\dot{I}_A + \dot{I}_C) - j \frac{N_4}{N_3} X_C (\dot{I}_A - \dot{I}_C)$$

当原边通入负序电流 $\dot{I}_{A2}, \dot{I}_{B2}, \dot{I}_{C2}$ 时,

$$\begin{aligned} \dot{U}_2 &= \frac{N_2}{N_1} R (\dot{I}_A + \dot{I}_C) - j \frac{N_4}{N_3} X_C (\dot{I}_A - \dot{I}_C) = \\ &= \frac{N_2}{N_1} R \dot{I}_{B2} - \frac{N_4}{N_3} X_C \sqrt{3} \dot{I}_{B2} = 2 \dot{U}_R \end{aligned}$$

零序电流的检测采用特制的可拆卸式零序电流互感器。由于电源侧为中性点不接地系统,零序电流的大小取决于电缆的长度、同一母线上负荷数等因素。本文采用的零序互感器可灵活整定动作定值,以适应不同应用环境下的零序电流变化。

4 继电器的构成

该继电器的硬件系统是以 MCS-51 系列单片微型计算机为核心,主要包括微机最小系统、信号检测、模数转换 A/D、键盘显示、时钟、电源等部分,为了提高转换速度,模数转换 A/D 采用两片 0809 芯片,在正常运行和故障时分别用不同的 ADC0809,主机由 8KEPROM (2764) 和 8KRAM (6264) 组成最小系统,足以存放程序和数据,时钟采用 MC146818 芯片,具有防掉电功能,并行接口芯片 8255 接出口电路,硬件结构如图 3。

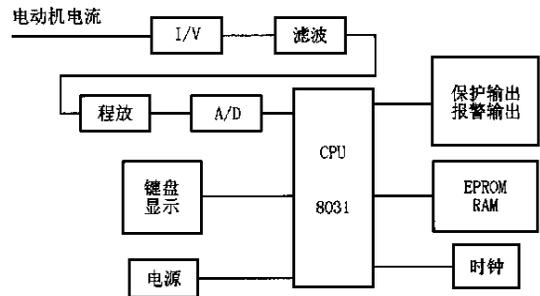


图 3 硬件结构

5 继电器的软件设计及保护原理

主程序框图如图 4 所示,程序采用模块结构,主

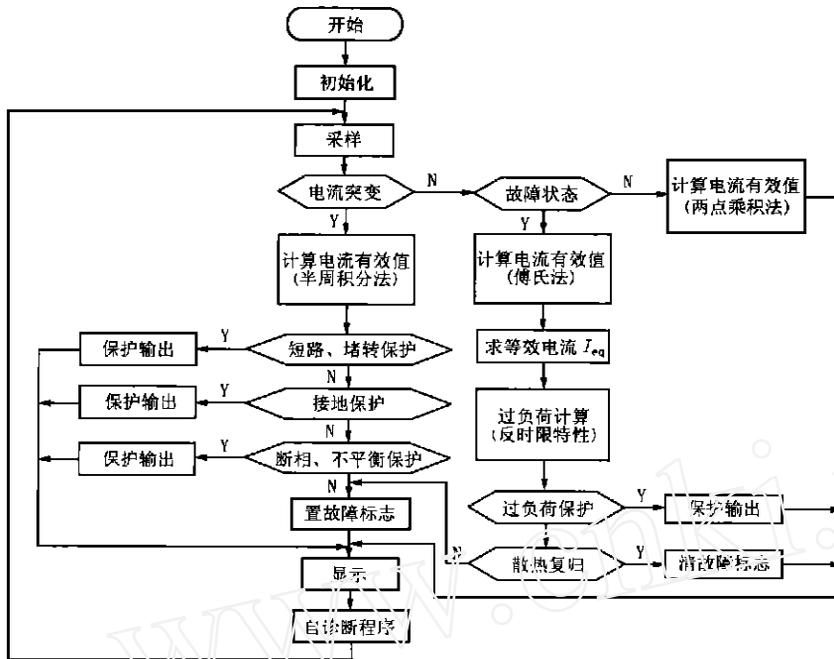


图4 主程序框图

要由主程序、中断程序、事故处理程序,显示等组成,程序设计使保护具有以下保护功能。

5.1 速断保护

保护检测到正序电流分量经过信号处理送入CPU与设定定值比较,保护定值是按躲过电动机起动电流的 $(5 \sim 7) I_e$ 乘以可靠系数 K_k 整定, $I_{sd} = K_k (5 \sim 7) I_e$,其中 K_k 取 $1.4 \sim 1.6$ 。

5.2 过负荷保护

为了对电动机提供更全面、准确的保护,本文提出了采用等效电流的方法^[1]分别求出电动机电流的正序分量和负序分量,然后把负序电流的热效应扩大 K_2 倍,求得一个等效电流,用这个等效电流作为电动机过负荷保护的计算电流,等效电流的计算方法为 $I_g = \sqrt{I_1^2 - I_2^2} \cdot K_2$,式中 K_2 的取值一般取 $K_2 = (3 \sim 6)$ 。

过负荷保护的依据是电动机的允许过负荷特性,由绝缘材料的最高温度决定的过负荷量得到,考虑到负序电流的热效应,电动机的允许过负荷时间表示为 $T_g = K \frac{T}{(I_g/I_s)^2 - 1}$ 其中 I_g —等效电流, I_s —基准电流,一般取 $I_s = 1.15 I_e$, K 、 T —发热时间常数,对于不同的电动机 K 、 T 值不同。通过装置面板上的按键事先设定,不同的电动机根据具体情况选择不同的 K 、 T 值,以较好的拟合电动机的实际保护特性。

5.3 负序保护

根据对称分量法,当电动机发生不对称故障时将产生负序电流,通过负序滤波器得到负序电流,按照国家规定,电动机运行不对称程度应小于 5% ,而电动机的起动电流大约为 $(5 \sim 7) I_e$,取起动电流为6倍的额定电流则负序电流的定值为 $I_2 = K_k 5\% 6 I_e = K_k 30\% I_e$, K_k —可靠系数,取 $1.0 \sim 1.2$ 。

5.4 零序保护

零序电流的检测采用特别的可卸式零序互感器,由于高压电动机电源侧中性点不接地,当发生单相接地故障时,零序电流等于非故障相对地电容电流的总和^[1]。 $I_0 = K_k 3 U_\phi C_0$ 其中 C_0 —被保护电动机的对地电

容, K_k 可靠系数取 $1.2 \sim 1.5$ 。

6 结论

该电动机保护继电器完善了常规保护所存在的问题,能覆盖所有的电动机故障类型,以单片机为手段使保护具有快速性、整定、调试、维护方便等特点。该研究成果1998年获电力工业部科技进步三等奖,并已在佳木斯第二发电厂、吉化自备电厂、长山发电厂等投入运行,取得了良好的效果。

参考文献:

- [1] 王禹民. 异步电动机故障诊断及综合保护的研究. 武汉水利电力大学硕士论文,1995.
- [2] 杨奇逊. 微型继电器保护基础. 北京:水利电力出版社,1991.
- [3] 蔡泽祥. 异步电动机故障电流分析及保护. 继电器,1994(3).

收稿日期: 1999-12-21

基金项目: 该课题为东北电力学院青年科研基金资助项目。

作者简介: 王振浩(1964-),男,工程师,从事电力系统继电保护的研究与应用工作; 李国庆(1964-),男,博士,教授,从事电力系统继电保护的科学与科研工作。

WBH - 150 微机变压器保护装置

陈杰,张项安,吴水兰

(许昌继电器研究所,河南 许昌 461000)

摘要: 面向城乡电网自动化建设,介绍一种新型微机分布式变压器保护装置。装置集保护、控制、测量、遥信功能于一体,是变电站自动化系统的重要组成部分。

关键词: 变压器; 保护; 分布式; 自动化系统

中图分类号: TM772 **文献标识码:** B **文章编号:** 1003-4897(2001)07-0038-02

1 引言

WBH - 150 系列微机变压器保护装置是集 WBH - 100 微机变压器保护的优点,总结数百座变电站运行经验,采用先进的软件、硬件技术开发的新型分布式微机变压器保护产品,可作为 110kV 及以下电压等级的变压器的成套保护装置。

2 装置主要特点

该保护装置集保护、控制、测量、遥信等自动化功能于一体。既适用于综合自动化站,又适用于常规站;可以分散就地安装,也可以集中组屏安装;除了具备一般微机保护的功能外,还具有分散式录波功能:保护动作时启动录波,自动上传录波数据,后台分析软件可判别保护动作行为;另外还具备网络共享打印功能:可配备打印机,多个装置共享打印;并且提供 RS232/RS - 422/RS - 485 或 Lonworks 总线等多种通信接口,组网经济方便。

3 保护配置

WBH - 150 系列微机变压器保护装置由 WBH - 151、152 等保护装置组成,可根据不同配置要求选用。保护配置齐全,并且每个保护均可灵活选择投入/退出。

WBH - 151 是变压器主保护装置,配置有主变差动保护、差流速断保护;以及有载调压重瓦斯、有

载调压轻瓦斯等非电量保护;并配有一个断路器的操作回路和主变高压侧电量测量。

WBH - 152 是变压器后备保护装置,配置有主变复合电压过流(I段、II段)保护、缺相保护、主变过负荷保护、零序电压保护;以及主变过温、重瓦斯、轻瓦斯等非电量保护;并配有一个断路器的操作回路和主变低压侧电量测量。

4 保护原理

4.1 差动保护和差流速断保护

差动保护采用经典的二次谐波闭锁的比率制动差动保护。差动动作方程如下:

$$I_{op} > I_{op.0} \quad (I_{res} \leq I_{res.0} \text{时})$$

$$I_{op} > I_{op.0} + S(I_{res} - I_{res.0}) \quad (I_{res} > I_{res.0} \text{时})$$

满足上述两个方程差动元件动作,式中: I_{op} 为差动电流, $I_{op.0}$ 为差动最小动作电流整定值, I_{res} 为制动电流, $I_{res.0}$ 为最小制动电流整定值, S 为比率制动特性斜率,各侧电流的方向都以指向变压器为正方向。差动用电流互感器可采用全星形接线,也可采用常规接线。采用全星形接线时,由软件变换补偿相位和幅值,用户仍可按常规计算方法计算差动保护的定值。

$$\text{对于两侧差动: } I_{op} = I_1 + I_2$$

$$I_{res} = (I_1 - I_2) / 2$$

$$\text{对于三侧差动: } I_{op} = I_1 + I_2 + I_3$$

Study on the integrated protective relay for HV motor

WANG Zhen-hao, LI Guo-qing

(Northeast China Institute of Electric Power Engineering, Jilin 132012, China)

Abstract: Based on the existing problems in the protections for HV motor and by taking the magnitude of current component on each sequence during motor fault tested by means of synchronous component method as the protection's criteria, the fault characteristic of motor is analyzed in this paper. And its integrated protection is implemented by a single-chip processor.

Keywords: HV motor; synchronous component; microprocessor based protection