

# WKH-891 新一代电铁馈线保护装置的研究

雷杭州<sup>1</sup>, 黄淑文<sup>1</sup>, 董晓冬<sup>1</sup>, 郭勤俭<sup>1</sup>, 钟晓宁<sup>2</sup>

(1. 许昌继电器研究所, 河南 许昌 461000; 2. 长沙有色冶金设计研究院, 湖南 长沙 410013)

**摘要:** 介绍新一代电铁馈线保护装置的特点及保护配置, 对主要的保护原理及判据进行分析。该装置具有完善的保护功能和强大的辅助功能, 并于2000年5月通过部级鉴定, 已经供货200余套, 运行情况良好。

**关键词:** 馈线; 保护; DSP

中图分类号: TM773

文献标识码: B

文章编号: 1003-4897(2002)06-0047-03

## 1 前言

铁路电气化是实现铁路运输高速、重载的有效途径, 是铁路建设现代化的标志。近年来, 国家作出了加大铁路基础建设投资的决定, 中国的电气化铁路事业进入了一个高速发展的崭新阶段。随着电气化铁道牵引供电系统对自动化要求的不断提高, 对馈线保护的各种附加功能的要求也越来越高, 对保护的性能也提出了更高的要求。目前国内电气化市场上使用的电铁馈线保护装置在区分故障与负荷状态时, 故障分析手段欠缺, 无故障录波和负荷录波功能。因此有必要研制一套软硬件可靠、技术先进、附加功能强大的新型电铁馈线保护产品, 以满足电铁市场对馈线保护性能要求的不断提高。WKH-891电铁馈线保护装置充分吸收原有馈线保护装置的优点和运行及设计过程中取得的经验, 在功能配置和可靠性上均有很大的提高。

## 2 装置特点

WKH-891型电铁馈线保护装置以美国TI公司32位DSP为基本软硬件平台的数字式新一代电铁馈线保护, 保护CPU板采用6层印制板, SMT表面贴装工艺, 模拟量采用高精度的14位模数转换器, 机箱及接插件分别由德国威图公司及菲尼克斯公司提供, 可靠性高、接插灵活、为装置的可靠运行奠定了基础。整套计算机系统、模数转换、开关量的输入及输出等集中设计于一块印制板中。开关量的输入、输出采用高可靠性的光电隔离器件, 机箱采用整体面板和模块插件结构, 插件间的连线采用背板走线方式, 装置的出线采用直接出线端子, 这种强弱电分开的出线方式, 降低了强电回路对弱电回路的影响, 提高了装置的抗干扰性能。

WKH-891型电铁馈线保护装置按一套保护对应一个断路器配置。装置适用于电气化铁道AT供电方式、BT供电方式以及直供方式, 作为牵引变电所、开闭所、分区所的进线、馈线的保护和测距装置, 同时具有负荷记录、负荷录波、故障录波、网络通信等自动化功能。

## 3 保护配置

保护装置配置有四段自适应距离保护、电流速断保护、电流增量保护、过电流保护、一次自动重合闸、故障测距、二次谐波闭锁功能、低电压启动功能、高次谐波抑制功能、PT断线闭锁功能、上下行连锁功能、故障录波功能、负荷录波功能、负荷记录功能。装置保护配置完善, 并且每种保护功能及辅助功能均可投入或退出。

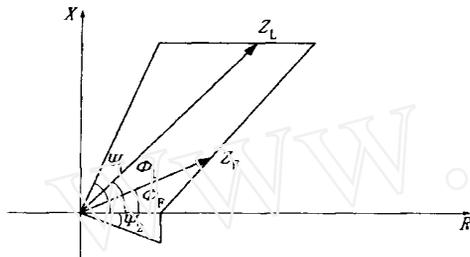
## 4 保护原理

### 4.1 距离保护

牵引负荷为单相移动负荷, 牵引负荷的大小与线路的机车数量、机车种类、机车功率、运行速度以及线路情况等有关, 其幅值、相位随时都在发生变化。整流式电力机车的电流中含有大量的高次谐波, 其中的高次谐波含量最高, 可达20%或30%。机车在坡度较大的线路下坡运行时, 将由电动机状态转入发电机状态, 这种负荷称之为再生负荷, 此时的高次谐波成份更高, 可达40%以上, 并且负荷位于第二象限, 当线路上既有正常负荷又有再生负荷或涌流时, 其综合负荷就会落入保护动作区使常规保护误动作。而在接触网发生故障时, 由于电力机车被旁路, 短路电流基本为正弦波, 因此可以根据谐波成分的大小来区分负荷电流和故障电流。

WKH-891型电铁馈线保护装置的距离保护采

用具有谐波抑制的四边形保护特性(见图1),当电流中的高次谐波含量达到其整定系数时,距离保护的范 围缩小,利用这种浮动门坎来躲开正常负荷和再生负荷的叠加负荷以及重负荷,有效地避免了负荷情况下保护装置误动作情况,提高了保护的可靠性和故障选择能力。通过修改定值可以调节阻抗四边形的动作特性。电力机车空载投入接触网,或者机车在运行过程中失电又复得电时,机车将产生励磁涌流,此时如果线路上还有正常负荷,其综合负荷就会落入动作区,使常规保护误动作,所以本装置采用了二次谐波闭锁功能。



1、2: 四边形特性的边界角; Z<sub>L</sub>: 线路阻抗整定; L: 线路阻抗角的整定; Z<sub>F</sub>: 负荷阻抗整定; F: 负荷阻抗角的整定

图1 具有谐波抑制的四边形距离保护

当馈线出口发生金属性短路故障时,由于母线电压降为零,距离保护失去方向性,距离保护可能不动作,称为距离保护死区。为消除距离保护死区,本保护装置采用了带电压记忆特性的方向阻抗保护。当  $X^2 + R^2 < 0.5^2$  并且  $I > I_{set1}$  ( $I_{set1}$  为电流速断整定值)时,认为是出口短路故障,则调用故障前一周波的电压同故障后电流进行比相,如果电压超前电流的角度在  $-15^\circ \sim 165^\circ$  之间,则阻抗保护出口。这样就使保护动作特性包括了原点,保证了正方向出口故障保护可靠动作,而反方向出口故障时,保护不误动。

为防止 PT 断线后阻抗保护误动作,保护设有 PT 断线闭锁阻抗功能。

如阻抗保护动作方程为:

$$\begin{cases} Z_{op} < Z_{set} (1 - I_E/I_1) \\ I_2/I_1 < K_2 \end{cases}$$

其中  $Z_{op}$  ——阻抗动作值;  $Z_{set}$  ——阻抗整定值;  $I_E$  ——二、三、五次谐波之和;  $I_1$  ——基波电流;  $I_2$  ——二次谐波电流;  $K_2$  ——二次谐波闭锁系数。

#### 4.2 电流速断保护

采用低电压启动的电流速断作为辅助保护,保证了在近端短路时保护能够快速动作。电流速断具有高次谐波抑制特性。动作方程为:

$$\begin{cases} I_1 - K_h \cdot I_E > I_{set1} \\ I_2/I_1 < K_2 \end{cases}$$

其中  $I_{set1}$  ——电流速断整定值;  
 $K_h$  ——谐波加权倍数。

#### 4.3 过电流保护

低压启动的过电流保护作为阻抗保护的后备保护,主要为接触网过热提供保护,过电流保护可以整定三段,动作方程为:

$$\begin{cases} I_1^2 + I_3^2 + I_5^2 > I_F^2 \\ U_1 < U_{<} \end{cases}$$

其中  $I_1, I_3, I_5$  ——基波、三次和五次谐波电流;  
 $I_F$  ——过电流保护整定值;  
 $U_1$  ——基波电压;  $U_{<}$  ——低压启动整定值。

#### 4.4 电流增量保护

为防止发生高阻接地故障时,由于短路阻抗大,短路电流小,阻抗保护、电流速断保护可能拒动作,装置采用低电压启动的具有二次谐波闭锁、高次谐波抑制功能的电流增量保护作为后备保护,极大地提高了高阻接地故障的检测能力。电流增量取的是故障电流同故障前一周波电流的差,当电流中的高次谐波含量达到整定值时,谐波抑制保护动作,其抑制动作方程为:

$$\begin{cases} I_1 - K_h \cdot I_E > I_{set2} \\ I_2/I_1 < K_2 \end{cases}$$

其中  $I_{set2}$  ——电流增量整定值。

#### 4.5 一次自动重合闸

装置设有一次自动重合闸功能,当馈线发生瞬时性故障时,经过重合闸整定时间,装置发出重合闸命令,保证了牵引系统的供电质量;当发生永久性故障时,重合闸后,保护后加速跳闸,保证快速切除故障线路。为保证手动合闸在故障线路时保护不重合闸,所以保护设有重合闸充电时间,重合闸充电时间可以整定。重合闸失败后,装置闭锁手动合闸。闭锁手合时间可以整定。当馈线发生大电流短路时,装置具有大电流闭锁重合闸功能。

### 5 辅助功能

WKH891 型电铁馈线保护装置在开发过程中,充分考虑到用户的需要,界面采用 320 × 240 全汉化大屏幕液晶显示,操作方便、直观;装置自检功能全面,除了对装置自身能完全自检外,还具有交流电流、电压、负荷角、系统频率的实时监测及显示;开关量输入的实时监测;故障报告的显示及打印,能保存

60份故障报告,故障报告内容丰富,包括断路器、故障点公里数、保护动作元件、故障电流、故障电压、故障事件记录、故障发生时间、故障波形、谐波分析等;事件报告、自检报告的显示及打印;自动刻度校正功能,无须手动调节;自动保存最新的5组定值,包括整定时间;自动负荷记录功能,无须人工抄表;故障录波和负荷录波功能,增加了对故障的分析手段;与上位机通信可实现定值的远方修改、采样值及故障报告的上传功能,满足自动化的要求。

## 6 结论

利用32位DSP开发的WKH-891新一代电铁馈线保护装置软硬件可靠、技术先进、辅助功能强大、自适应能力强,2000年5月通过了部级鉴定,已经

供货200余套,运行情况良好,是电气化铁道系统更新换代的理想产品。

## 参考文献:

- [1] 贺威俊,张淑琴,等. 晶体管与计算机继电保护原理[M]. 成都:西南交通大学出版社,1990.
- [2] 曹建猷. 供电系统[M]. 北京:中国铁道出版社,1993.

收稿日期: 2001-11-07

作者简介: 雷杭州(1973-),男,本科,助理工程师,铁道电气化牵引供电系统继电保护; 黄淑文(1974-),女,本科,助理工程师,铁道电气化牵引供电系统继电保护; 董晓冬(1973-),男,本科,助理工程师,铁道电气化牵引供电系统继电保护; 郭勤俭(1964-),男,硕士,高级工程师,铁道电气化牵引供电系统继电保护。

### Research on the new generation of WKH891 electrification railway feeder line protection

LEI Hang-zhou<sup>1</sup>, HUANG Shu-wen<sup>1</sup>, DONG Xiao-dong<sup>1</sup>, GUO Qin-jian<sup>1</sup>, ZHONG Xiao-ning<sup>2</sup>

(1. Xuchang Relay Research Institute, Xuchang 461000, China;

2. Changsha Nonferrous Metallurgy Design Institute, Changsha 410013, China)

**Abstract:** The feature and configuration are introduced for the new generation of electrification railway feeder line protection. Its main protective principle and criterion are analyzed. The protection is equipped with perfect protective functions and powerful auxiliary functions, and it passed the ministerial appraisal in May 2000. The protection has been delivered for over 200 sets with good operation in site.

**Keywords:** feeder line; protection; DSP

(上接第6页)

### Study on integrated compensation system using solid state relay

YANG Jie<sup>1</sup>, LAI Sheng-li<sup>1</sup>, WU Shu-quan<sup>1</sup>, LI Xi-rong<sup>2</sup>

(1. College of Electronic and Information, South China University of Technology, Guangzhou 510640, China;

2. Dept. of Physics & Electronics, Guangzhou University, Guangzhou 510405, China)

**Abstract:** The principle of the solid state relay is introduced in this paper. The solid state relay is applied in this integrated compensation system for conquering the disadvantage of the general relay. In order to solve the low power factor and three-phase imbalance problems in power system, a method of integrated compensation which can compensate reactive power and three-phase imbalance at the same time is brought forward also. Practical operation shows that this integrated compensation system can improve the quality of power energy.

**Keyword:** solid state relay; reactive power; three-phase imbalance; comprehensive compensation

(上接第46页)

### Design and realization of new generator-transformer fault record system's network based on ethernet

YANG Jun, ZHANG Zhe, JIANG Wei-liang, JIE Ping

(Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, China)

**Abstract:** To satisfy the development of automatization of power plants, especially to adapt to the requirement of condition based maintenance, communication network is strictly demanded by the generator-transformer fault record system. According to generator-transformer fault record system's requests and functions, in this paper is described the application of Ethernet in it, emphasized on the selection of communication protocol, the IEC 60870-5-101 standard and related technique.

**Keywords:** generator-transformer fault record system; NET/BIOS protocol; IEC 60870-5-103 standard