

文章编号: 1005-8451 (2009) 10-0016-04

基于贯通线阻抗距离保护的配电自动化开关研究

张纪伟, 刘明光, 屈志坚, 袁志鹏, 张东亮

(北京交通大学 电气工程学院, 北京 100044)

摘 要: 讨论以单片机为控制核心的自动阻抗式配电自动化开关系统, 目的是验证和进一步提高继电器的自动化性能。论述阻抗距离保护的基本原理, 分析阻抗式自动化开关控制器的构成和基本功能, 提出阻抗式自动化保护开关在实际应用中的模型, 并实际仿真模型故障后的电压电流变化, 从而验证了原理算法的正确性。进而能够较好地解决贯通线自动化改造的现实问题。

关键词: 距离保护; 贯通线; 单片机; 研究

中图分类号: TM77

文献标识码: A

Study on distribution automation switch based on resistance distance protection of continuous power transmission line

ZHANG Ji-wei, LIU Ming-guang, QU Zhi-jian, YUAN Zhi-peng, ZHANG Dong-liang

(School of Electrical Engineering, Beijing Jiaotong University, Beijing 100044, China)

Abstract: It was discussed the auto-impedance distribution automation system switch, which controlled by MCU. The purpose was to validate and further improve the automation of the relay performance. It put out the basic principles. It was analyzed the impedance-automation switch controller of the basic structure and function. It also put out the impedance-made automatic protection switching in the practical application model. And in order to verify the correctness of the principle of algorithm, It was actually simulated the model after the failure of the current and voltage changes. And it could get a good continuous power transmission line of the reality of the problem.

Key words: distance protection; continuous power transmission line; MCU; research

随着现代电力事业的不断发展, 贯通线电力网络系统需求的高性能保护更为日益重要。对继电器的需求正在越来越紧迫, 传统的继电器保护不能满足现有的系统保护的要求。

贯通线电力传输网络的故障类型是可变的, 也是不可预测的。多年来运作经验表明在实践中为保护输电线路, 采用自动程度更高的继电器显得尤为重要。采取数字距离保护继电器预防措施, 保证快速和正确的故障跳闸, 从而进一步推动公用事业的发展^[10]。

本文的阻抗继电器是保护中的核心元件, 它的作用是测量故障点到保护安装处的阻抗, 并与其整定值进行比较, 以确定保护是否动作。它主要用于作测量元件, 但也可以作启动原件和兼作功率方向元件。但是现行的阻抗继电器的原件复杂, 如果应用单片机来实现阻抗继电器的控制部分则可以方便快捷的实现故障的排除, 本文首先介绍

阻抗式距离保护的原理及算法^[2~7], 以及阻抗式距离开关控制器的基本功能和实现方式^[1], 最后经过仿真验证了该控制算法的可行性^[7~9], 以及配合分段器和重合器的重合闸操作, 从而实现配电网的自动化保护。

1 阻抗距离保护原理

假如短路点越靠近保护安装处, 其测量阻抗就越小, 则保护的时限就越短, 反之, 短路点越远, 其测量阻抗值就越大, 则保护动作时限就会越长。测量保护安装处至故障点的距离, 实际上是测量保护安装处至故障点之间的阻抗。该阻抗为保护安装处的电压与电流的比值, 即 $Z = \dot{U} / \dot{I}$ 。保护装置的动作时限是距离的函数, 即:

$$t = f(Z_L),$$

式中:

Z_L — 被保护线路单位长度的正序阻抗;

L — 保护安装处至短路点线路的长度。

收稿日期: 2009-03-01

作者简介: 张纪伟, 在读硕士研究生; 刘明光, 教授。

单相式阻抗继电器只输入一个电压 \dot{U}_r 和一个电流 \dot{I}_r 。电压与电流的比值称为测量阻抗, 即:

$$Z_r = \frac{\dot{U}_r}{\dot{I}_r} = \frac{\dot{U}/K_{TV}}{I/K_{TA}} = \frac{K_{TA}}{K_{TV}} Z_k \quad (1)$$

式中:

\dot{U} —保护安装处一次侧电压, 即母线电压;

I —被保护线路一次测电流;

K_{TA}, K_{TV} —电压互感器的变比, 电流互感 Z_r 器的变比, 电流互感器的变比;

Z_r —测量电阻。

2 阻抗式自动化开关控制器的基本功能

根据以上的理论依据, 阻抗式自动化开关控制器测量故障点到保护安装处的阻抗, 并与其整定值进行比较, 以确定保护是否动作, 而且也用于监视与控制配电网系统中的断路器、重合器、分段器等设备, 提供配电系统运行监视及控制所需的信息, 执行主站命令对配电设备进行调节和控制。一般来说, 控制器应具有状态监测、故障检测、故障定位、传输信息、控制开关动作的作用, 它通过检测线路是否失压、过流, 以及失压、过流的次数和距离开关判断的距离状况来判断故障所在, 继而操作开关, 隔离故障, 恢复供电。其需要实现开关自动动作、电动操作等功能, 主要功能包括以下2大部分。

(1) 测量功能。当线路正常工作时, 采集电流量和电压量, 电源电量等模拟量。当线路发生故障时, 要采集故障电流, 并根据前面所讨论的原则和算法采取措施快速隔离故障区段, 恢复非故障区段的供电;

(2) 控制功能。能接受远方命令控制阻抗式自动化开关合闸和跳闸, 以及启动存储过程等。

3 实现方式

3.1 单片机选型及控制功能

在 10 kV 配电网中, 阻抗式自动化开关是用来对线路和设备进行通断、保护、切换电源或负载的电力开关, 控制器是其控制部分最重要的组成部分, 通过 PIC18F442 单片机进行控制器核心部

分的控制, 并与其他单片机之间连接实现通讯:

(1) 实时检测线路的电压、电流等电气量, 监控线路的运行状况, 对线路过载、短路、接地等故障进行保护; (2) 通过接收参数整定值以及分、合闸命令, 通过分段器或者重合器完成开关的分、合闸动作, 实现阻抗式自动化开关的保护功能。

3.2 控制部分功能

单片机的执行这些控制功能要靠相应的程序来实现, 其中主程序的工作过程如下:

首先上电后进行初始化, 设定各个控制寄存器的值, 包括工作频率、A/D 转换器分频系数、中断系统、定时器系统和看门狗, 初始化完成后, 开始启动模数转换器, 采样保护电流量和测量电流、电压量, 先启动保护电流的采样过程, 然后进入主程序, 根据保护算法计算阻抗, 若有故障则进行故障处理, 若没有则计算测量量。

子程序部分的功能是解决: (1) 发生故障后的算法程序; (2) 联络各开关间的程序设计; (3) 采样数据转换; (4) 合闸于分段开关的控制。

本设计还针对距离测量中的保护安装处的故障进行了深入的设计, 并利用多频率测量和分段线性拟合和保护装置优先级的方式处理, 以防止对保护安装处的距离分析不清导致误动作。

4 模型及其仿真分析

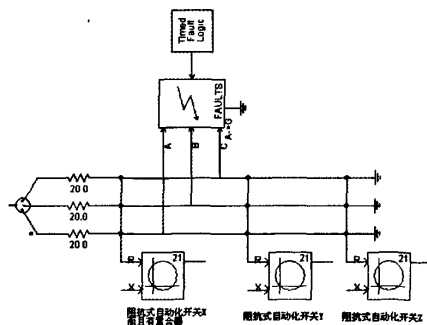


图1 阻抗式自动化开关控制器示意图

如图1, 假设把线路分成X、Y、Z段, 当故障发生在X、Y之间时, 开关X、Y、Z同时检测到故障电流、电压信号, 然后X处的重合器重合闸一次看电路的故障信号是否排除, 如果不能排除, 通过各点处的单片机进行算法计算, 从而确定

故障是发生在X、Y之间,此时单片机发出指令信号,让X、Y分段器打开,切断线路电流。同理,如果故障发生在Y、Z之间时,单片机发出指令信号,让Y、Z分段器打开。切断Y、Z点之间线路的电流。

在搭建的模型基础上发生故障时,应用DDR-TS软件仿真得到的电流如1、2、3图所示,可以清楚的看到电流的变化,配合检测到的电压复值,则可以应用本文的阻抗计算方法来很准确的计算出故障的位置。

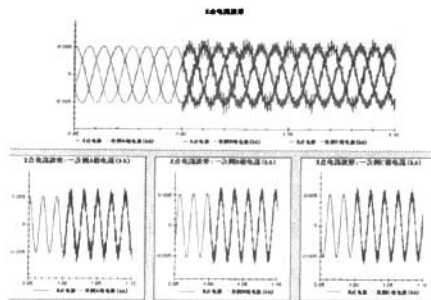


图2 OX段发生A相接地短路时观测点X电流波形

根据图2,由于A相发生故障,是特殊相,所以以A相为基准相,用A相序分量来表示:

$$\begin{cases} \dot{I}_{fA0} = \frac{1}{3}(\dot{I}_{fA} + \dot{I}_{fB} + \dot{I}_{fC}) = \frac{1}{3}\dot{I}_{fA} \\ \dot{I}_{fA1} = \frac{1}{3}(\dot{I}_{fA} + a\dot{I}_{fB} + a^2\dot{I}_{fC}) = \frac{1}{3}\dot{I}_{fA} \\ \dot{I}_{fA2} = \frac{1}{3}(\dot{I}_{fA} + a^2\dot{I}_{fB} + a\dot{I}_{fC}) = \frac{1}{3}\dot{I}_{fA} \end{cases} \quad (2)$$

求出各序电流后,用对称分量法合成短路点故障相电流:

$$\dot{I}_f^{(0)} = \dot{I}_{fA(1)} + \dot{I}_{fA(2)} + \dot{I}_{fA(0)} = 3\dot{I}_{fA(1)} = \frac{3\dot{V}_f^{(0)}}{j(X_{f(1)} + X_{f(2)} + X_{f(0)})} \quad (3)$$

短路点非故障相的相电压为:

$$\begin{cases} \dot{V}_B = a^2\dot{V}_{f(1)} + a\dot{V}_{f(2)} + \dot{V}_{f(0)} = j[(a^2 - a)X_{f(2)} + (a^2 - 1)X_{f(0)}]\dot{I}_{fA(1)} \\ \dot{V}_C = a\dot{V}_{f(1)} + a^2\dot{V}_{f(2)} + \dot{V}_{f(0)} = j[(a - a^2)X_{f(2)} + (a - 1)X_{f(0)}]\dot{I}_{fA(1)} \end{cases} \quad (4)$$

同理,依次模拟3段线路发生故障的情况,得到仿真结果:

在单片机采集以上电压电流的值进行比对和计算,应用内部算法计算得到上述电流电压值以

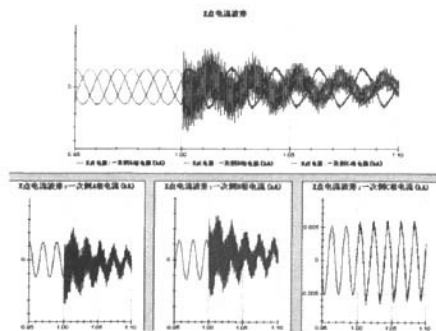


图3 OX段发生AB两相接地短路时观测点X电流波形

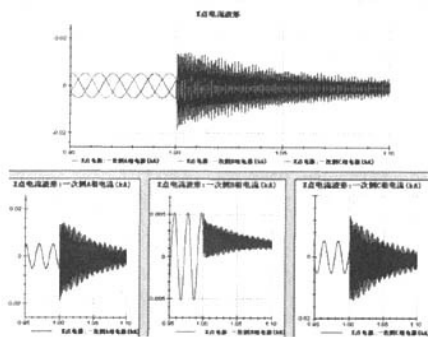


图4 OX段发生三相短路时观测点X电流波形

后和(1)式联立很容易得到阻抗Z的值,并由阻抗自动化控制装置很快计算得到故障点所在的位置并迅速做出判断,进而隔离故障区域,最大限度的保障供电的可靠性。

以上算法也是单片机内部的核心算法,应用此算法编程以后可以很快捷的得出阻抗的线上距离到安装点的距离。

5 结束语

阻抗继电器是建立在测量阻抗特点基础上的继电器,而阻抗式距离开关应用阻抗的算法可以很方便的计算出故障点距离安装点的距离,并准确快速的切断故障。另外兼顾实时检测线路的功率等电气量,监控线路的运行状况,对线路过载、短路、接地等故障进行保护,分、合闸命令。

本文所述的保护算法在开发和生产继电器中有很大的应用价值。在未来的贯通线电网发展中,

文章编号: 1005-8451 (2009) 10-0019-04

无砟—有砟轨道过渡段设计分析

林长森, 唐进锋, 肖治群

(中南大学 土木建筑学院, 长沙 410075)

摘要: 采用 Fortran 语言编制无砟—有砟轨道过渡段的力学分析程序。对比分析无砟—有砟轨道过渡段刚度过渡设置方式, 并提出几种过渡段的结构设计方案, 对无砟—有砟轨道过渡段的设计施工有一定的指导意义。

关键词: 无砟轨道; 有砟轨道; 过渡段; 刚度差

中图分类号: U213.2 **文献标识码:** A

Design analysis on ballastless-ballast track transition sections

LIN Chang-sen, TANG Jin-feng, XIAO Zhi-qun

(School of Civil Engineering and Architecture, Central South University, Changsha 410075, China)

Abstract: It had established ballastless-ballast track transition sections' mechanics analysis program with FORTRAN Language. It was analysed and contrasted the dynamic behavior of several kinds of stiffness setting. Several structural design of the transition remedies was listed. The article on the ballastless-ballast track transition sections design and construction had a certain significance.

Key words: ballastless track; ballast track; transition section; stiffness difference

根据高速铁路轨道结构中是否存在碎石道床, 把轨道划分为有砟轨道与无砟轨道。无砟—有砟轨道过渡段广泛存在于路桥、路隧连接地段, 无砟与有砟轨道迥异的构造形式, 造成无砟—有砟轨道过渡段在力学性能方面的刚度差效应。轨道刚度差达到一定程度, 将会造成钢轨较大挠度差, 随

着通过总重增加形成轨面不平顺, 进而加剧轮轨系统冲击, 形成恶性循环; 新线建设铺轨之后, 无砟与有砟轨道存在不同的工后沉降, 差异沉降形成的轨面不平顺严重影响轨道的使用和旅客乘坐舒适性。因此, 应在尽量减小无砟与有砟轨道工后差异沉降基础上, 设置合理长度的轨道刚度过渡段。本文针对 CRTS I 型板式无砟轨道与有砟轨道过渡段进行分析研究。

收稿日期: 2009-02-28

作者简介: 林长森, 在读硕士研究生; 唐进锋, 副教授。

该阻抗式距离自动化开关有较高的实用性, 而且制造该继电器的成本相对较低, 在铁路电气化改造中可以广泛应用。

参考文献:

- [1] 胡滨. 柱上自动化开关的研制[D]. 贵州大学, 2006.
- [2] 孙国凯, 田有文. 电力网继电保护原理[M]. 北京: 中国电力出版社, 2008.
- [3] 邵玉槐, 秦文萍. 电力系统继电保护原理[M]. 北京: 中国电力出版社, 2008.
- [4] 刘学军. 继电保护原理[M]. 北京: 中国电力出版社, 2007.
- [5] 高亮. 电力系统微机继电保护[M]. 北京: 中国电力出版社, 2007.
- [6] 杨晓敏. 电力系统继电保护原理及应用[M]. 北京: 中国电

力出版社, 2002.

- [7] 廖致刚. 10 KV 配电网单相接地故障定位研究[D]. 合肥: 中国科学技术大学, 2007.
- [8] 刘明光, 程辉海, 潘光瑞, 等. 贯通线故障自动处理系统研究[J]. 电气化铁道, 2005 (1): 8-10.
- [9] 王宝华. 电力系统故障分析[M]. 北京: 高等教育出版社, 2006, 7.
- [10] Syofvi F. Roekman, Moofik Al-Tall, S.B. Tennakoon, Anthony Perks¹, ADVANCED REAL-TIME DIGITAL SIMULATOR FOR ASSESING THE HIGH PERFORMANCE OF NUMERICAL DISTANCE RELAYS IN THE INDO-NESEAN 500 KV TRANSMISSION LINE SYSTEM[D], Universities Power Engineering Conference, 2004. Page(s):717-721.