

# 电气化铁道微机型继电保护的有关技术问题

高仕斌

(西南交通大学电气工程学院,四川 成都 610031)

**摘要:** 微机保护在电气化铁道已经得到大面积的推广应用,对保障铁路运输的安全畅通发挥了巨大作用。文中在总结电气化铁路微机保护研制和使用的成功经验的基础上,提出了在研制新一代微机保护时应注意的技术问题。

**关键词:** 微机型保护; 牵引变压器; 馈线; 并联电容补偿装置

**中图分类号:** TM77; TM922 **文献标识码:** B **文章编号:** 1003-4897(2002)02-0046-02

## 1 引言

微机型继电保护在电气化铁路得到了广泛的推广应用,基于总结过去、发展未来的理念,本文针对目前电铁微机型继电保护的使用和新产品的研制提出了一些值得注意的问题,以引起设计、研制人员注意,在实际工作中给予改进与提高。

## 2 过去工作的简单总结

### 2.1 关于馈线保护

电气化铁道馈线保护装置因牵引网和牵引负荷的特殊性,与电力系统的线路保护相比较有许多特点。主要要求:对牵引负荷电流中的高次谐波不敏感,对机车通过电分相引起的激磁涌流不敏感,对运行方式改变的适应性,对最大负荷电流和最小短路电流的选择性,电力机车上并联电容补偿装置投切引起保护误动,串联电容补偿引起的保护死区。这些特殊性在目前研制的各种微机保护中都给予了足够的重视,从保护原理上得到了解决,例如,采用综合谐波含量为控制量的三段自适应阻抗保护和电流增量保护。

### 2.2 关于变压器保护

针对牵引变压器形式多样的特点,例如:单相变压器、单相变压器 V/V 接线、YN, d11 变压器、阻抗匹配平衡变压器,研制了具有广泛适用性的微机保护装置,通过改变控制字或将变压器类型作为一个整定值达到适用不同牵引变压器的目的。

### 2.3 关于并补保护

研制了适用于电气化铁道并联电容补偿装置的微机保护,配备了文献[1]要求的7种保护,分别为:电流速断保护、过电流保护、差电流保护、差电压保护、谐波过电流保护、欠压保护、过压保护。

## 3 几点问题

### 3.1 微机型馈线保护

#### 3.1.1 变电所出口异相短路时保护拒动

变电所出口处的电分相结构示意图如图1所示。当电力机车通过变电所出口处的电分相时,若按规程要求采取降弓运行,造成变电所出口处发生异相短路的概率要小得多;若不降弓通过电分相,在接触网工作电压下,容易造成沿绝缘子表面放电而使A、B相间短路。变电所发生异相短路故障时,故障状态为电弧故障,故障电流富含谐波且数值较小,A、B相对地电压下降很小,甚至不降反增,既有馈线保护原理不能很好保护到这种状态,文献[2]对这种故障有详细的分析,也提出了相应的保护措施,总体上讲,还没有完全解决这种故障的保护问题,有待进一步研究。

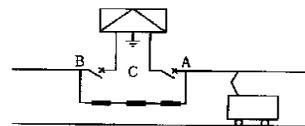


图1 电力机车通过电分相示意图

#### 3.1.2 AT牵引网断线接地故障时保护拒动

AT供电牵引网在重载和高速线路具有优势,我国京秦、大秦、郑武线都采用这种供电方式,复线牵引网示意图如图2所示。

由于正馈线F在两杆塔之间无支撑,张力发生变化时容易引起断线,发生断线故障时可能出现一侧接地、另一侧悬空的情况。若电源侧接地、非电源侧悬空(如图2中),从变电所测量到的故障线路阻抗的表达式如式(1)所示。

$$Z_{SS1} \Big|_{55kV} = Z_A L_A + \frac{4x \{ Z_D [(L_A + L_B) Z_A + 4DZ_B] + Z_C (Z_A L_A - 4xZ_C) \}}{Z_A L_B + 4DZ_B + 4xZ_C} \quad (1)$$

若非电源侧接地、电源侧悬空(如图2中),从

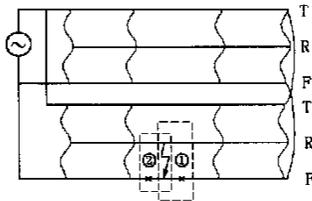


图2 AT牵引网正馈线断线接地故障示意图  
变电所测量到的故障线路阻抗如式(2)所示。

$$Z_{SS2} |_{55kV} = 4(D \cdot x) Z_C + \frac{4(D-x) Z_D [(L_A + L_B) Z_A + 4DZ_B] + L_B Z_A [Z_A L_A + 4DZ_B + 4(D-x) Z_C]}{Z_A L_B \cdot 4(D-x) Z_C} \quad (2)$$

$$\begin{cases} Z_A = Z_T + Z_F - 2Z_{TF} \\ Z_B = Z_F + Z_R - 2Z_{FR} \\ Z_C = Z_R - Z_{TR} - Z_{FR} + Z_{TF} \\ Z_D = Z_T + Z_R - 2Z_{TR} \end{cases} \quad (3)$$

式中, \$Z\_T\$、\$Z\_R\$、\$Z\_F\$、\$Z\_{TR}\$、\$Z\_{FR}\$、\$Z\_{TF}\$ 分别为接触线(T)、钢轨(R)和正馈线(F)的单位自阻抗及它们间的单位互阻抗; \$D\$ 表示发生断线接地故障 AT 区段长度; \$x\$ 表示端点距靠近电源侧 AT 的距离; \$L\_A\$、\$L\_B\$ 表示上、下行供电臂的长度。

根据文献[3]的理论分析和文献[4]的现场报道,当发生正馈线断线接地故障时,常规原理的馈线保护往往拒动。同时,由于正馈线 F 架在路基外侧,断线接地故障往往是过渡电阻较高的故障,更加剧了常规原理保护拒动的可能性。虽然,目前微机型馈线保护中配置有自适应的电流增量保护,在一定程度上解决了发生这种故障拒动的可能性,但仍然没有从原理上根本解决问题。

### 3.2 微机型变压器保护

#### 3.2.1 平衡变压器差动保护

Y/ 接线阻抗匹配平衡变压器和 Y/A 接线平衡变压器的差动保护可以采用两继电器方式,也可以采用三继电器方式,经过理论分析,采用三继电器方式较采用两继电器方式具有灵敏度高的优点;采用三继电器方式时,为了克服图3所示变压器高压侧中性点接地时高压侧区外故障差动保护的误动,在构成差动保护时,变压器高压侧电流应为线电流,即采用式(4)。

$$\begin{bmatrix} \dot{I}_A - \dot{I}_B \\ \dot{I}_B - \dot{I}_C \\ \dot{I}_C - \dot{I}_A \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1.336 & 0.336 \\ -0.336 & -1.336 \\ -1 & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{I} \\ \dot{I} \end{bmatrix} \quad (4)$$

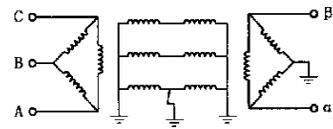


图3 阻抗匹配平衡变压器高压侧区外故障示意图

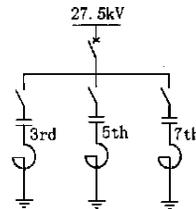


图4 多支路并补装置原理图

#### 3.2.2 差动动作特性的选择

牵引供电系统微机型变压器差动元件一般采用二段折线或三段折线的动作特性,采用三段折线较两段折线具有更高的灵敏度,对于保护绕阻匝间短路有利,因此推荐采用三段折线的差动保护动作特性。

### 3.3 并联电容补偿装置保护

#### 3.3.1 多支路并补的差流保护

电气化铁道微机型并联电容补偿装置没有考虑如图4所示的多支路并联补偿装置的投切对保护动作性能的影响,亦即,目前,大多按3、5、7次补偿支路全部投入运行进行整定计算,实际情况时,3、5、7次支路的投退情况是经常变化的,应研究与研制对多支路并联电容补偿装置自动投切具有自适应性的微机保护装置。

#### 3.3.2 电压互感器的自动调零

构成电压差的两电压互感器因特性不一,常规原理的电压差动保护采用辅助变换器进行调零,微机保护应利用软件进行自动调零。

## 4 结论

本文先分析了目前电气化铁道微机保护的研制与推广应用的成功经验,进而根据电气化铁路的实际情况,指出了目前在保护原理方面存在的一些不足,希望能引起保护的设计与研究部门的重视。

### 参考文献:

- [1] 中华人民共和国行业标准. 铁路电力牵引供电设计规范[S]. 北京:中国铁道出版社,1998.
- [2] 高仕斌,王毅非. 牵引变电所异相短路故障及常规馈线保护动作行为分析[J]. 铁道学报,2000,22(5).
- [3] 曾晓红,高仕斌. AT供电牵引网断线接地故障及其馈

# 图形程序设计在继电保护计算机辅助 整定计算软件开发中的应用

张超, 陈允平

(武汉大学电气工程学院, 湖北 武汉 430072)

**摘要:** 介绍了如何在 Microsoft Visual Basic 6.0 的开发环境下, 结合关系型数据库系统 Microsoft Access 进行电力系统继电保护计算机辅助整定计算软件的图形程序设计。文中论述了该图形程序设计方法的具体实施方案, 并讲述了其应用于电力系统继电保护机辅整定领域的前景及实用价值。

**关键词:** 继电保护整定计算; 图形程序设计; 数据库

中图分类号: TM769

文献标识码: B

文章编号: 1003-4897(2002)02-0048-03

## 1 引言

随着计算机应用技术的迅猛发展及电网综合自动化管理水平的提高, 在继电保护计算机辅助整定软件(以下简称继保机辅整定软件)的使用过程中, 用户除了对软件的准确性、可靠性、运行速度等提出要求外, 越来越对软件的直观性、易用性提出更高的要求。这就要求我们软件开发人员开发出功能强大的、人机界面更加友好的应用软件。而进行图形程序设计就是这一过程中的重中之重。利用 VB6.0 这一面向对象的程序设计软件作为开发工具, 我们可以方便地开发出满足用户需求的图形处理功能强大的继保机辅整定软件。

软件的图形处理模块主要完成如下功能: 一、电气主接线图的绘制; 二、各序网图的绘制(包括正序阻抗图, 负序阻抗图, 零序阻抗图); 三、定值图绘制(整定计算完毕, 由软件自动生成)。另外, 通过该模块的图形数据接口, 我们可以有效地使其与关系型

数据库系统 Access 紧密结合, 从而可以直观、方便、快速、准确地编辑、分析、处理继电保护整定计算所要用到的大量数据。并且, 在此基础上加以改进, 可以有效地将其应用于继保机辅整定软件的自定义系统与专家系统的研发, 应用前景广泛。

本文结合作者在编制武汉大学电力系统继电保护机辅整定计算综合软件的过程中开发图形处理模块的实际经验, 拟对该软件的图形程序设计方案及其应用价值作一番探讨。

## 2 基于 VB6.0 的继电保护机辅整定软件的图形程序设计

### 2.1 设计可视化的多文档操作界面

用 VB6.0 可以方便地创建多文档界面(MDI)。这种界面允许在单个容器窗体中包含多个窗体。这样在图形处理模块中, 用户就可以同时打开、察看和修改多个文件, 方便了用户的使用。

### 2.2 图形处理功能的设计方案

线保护动作行为分析[J]. 铁道学报, 1996, 18(2).

[4] 张银宝. 复线 AT 供电正馈线单侧接地保护分析[J]. 电气化铁道, 1998, (4).

[5] 王维俭. 电气主设备继电保护原理与应用[M]. 北京: 中国电力出版社, 1998.

[6] 周有庆, 刘湘涛, 等. 阻抗匹配平衡变压器的几种差动

保护接线方式剖析[J]. 铁道学报, 1997, 19(4).

收稿日期: 2001-07-31

作者简介: 高仕斌(1963-), 男, 教授, 硕士, 主要从事牵引供电系统综合自动化的研究与教学工作。

## Some technical problems of microprocessor-based relay for electrified railway

GAO Shi - bin

(School of Electrical Engineering, South West Jiaotong University, Chengdu 610031, China)

**Abstract:** The microprocessor-based relays have been successfully applied in electrified railway. It is important to ensure security. Based on summarizing the successfully experience of study and application, some technical problems are put forward in this paper which shall be given more attention in designing the new microprocessor-based protective relay.

**Keywords:** microprocessor-based protection; traction transformer; feeder; parallel capacitor compensation device