

# 基于正交变换的监视线保护

陈奎,唐轶

(中国矿业大学信电学院,江苏 徐州 221008)

摘要: 在分析现有监视线保护存在问题的基础上,提出了一种通过正交变换消除干扰信号影响的终端加电阻的交流监视线保护原理,并且通过实验验证了此方法的抗干扰能力。

关键词: 监视线保护; 正交变换; 干扰信号

中图分类号: TM773 文献标识码: A 文章编号: 1003-4897(2000)08-0022-03

## 1 引言

由于井下供电环境的特殊性,要求变电所向工作面供电采用特殊结构的双屏蔽电缆。实践证明采用同时装有漏电保护和监视线保护的高压防爆开关向工作面供电可以极大地提高井下供电的可靠性,降低故障的发展。所谓监视线保护就是监视双屏蔽电缆的监视线和接地线之间有无短路或监视线和接地线有无断线故障的一种保护。当双屏蔽电缆配上监视线保护时具有以下的作用:(1)通过监视线保护,可以预先报告事故的发生,具有“超前”切除故障的作用。(2)可大大减少因发生电缆损坏,造成主芯线外露而发生的人身触电事故。

## 2 现有监视线保护原理分析

现有的监视线保护主要有以下三种保护原理。

终端加整流二极管的直流监视线保护原理; 终端加电阻的附加直流电源的监视线保护原理; 终端加整流二极管的二次谐波监视线保护原理。经长期的使用表明由这三种监视线保护原理制成的监视线保护装置容易受到井下杂散电流的干扰而产生误动和拒动现象,使监视线保护达不到应有的效果。下面我们就以分析终端加整流二极管的直流监视线保护原理为例简要说明杂散电流对监视线保护的影响。终端加整流二极管的直流监视线保护原理如图1所示。

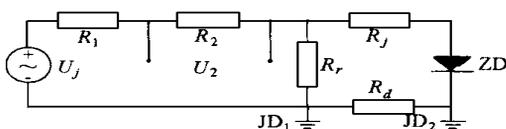


图1 终端加整流二极管的直流监视线保护

正常情况下,可认为  $R_r = 0, R_j = 0, R_d = 0$ 。

可得电阻  $R_2$  两端的电压中的直流分量为:

$$U_{2d} = \frac{1}{2} \cdot \frac{U_{jm} \cdot R_2}{R_1 + R_2} \cos d = 0.318 \cdot \frac{U_{jm} \cdot R_2}{R_1 + R_2} \quad (1)$$

当监视线与接地线之间因电缆被砸等原因造成短路或断线时,因为不能形成回路,使整流二极管失去作用;此时,电阻  $R_2$  两端的电压的直流分量为零。因此,通过检测电阻  $R_2$  两端的电压中直流分量的大小就可以检测出监视线和接地线回路的好坏,判断出监视线和接地线有无短路、断路故障。

当有直流杂散干扰时原理电路如图2所示。

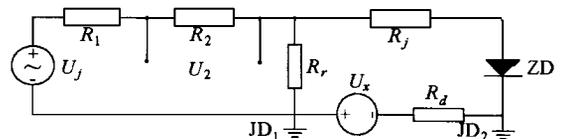


图2 杂散电流对监视线保护的影响

当  $U_x = 0.5 U_{j.m}$  时:  $U_{2d} = 0.442 \cdot \frac{U_{j.m} \cdot R_2}{R_1 + R_2}$

当  $U_x = 0.5 U_{j.m}$  时:  $U_{2d} = 0.109 \cdot \frac{U_{j.m} \cdot R_2}{R_1 + R_2}$

前者可使监视线保护产生拒动现象,而后者可使保护产生误动现象。其它两种保护原理的受干扰情况基本相同。通过以上分析可以知道,保护造成误动和拒动的原因主要是没有消除杂散干扰的影响。因此如果能消除杂散干扰的影响,就成为监视线保护研究的主要内容。

## 3 终端加电阻的交流监视线保护原理

通过上面的分析可知,对于监视线保护来说主要是消除抗干扰问题。根据近几年研制计算机继电保护的经验和计算机继电保护算法的大量仿真实验,提出了终端加电阻的交流监视线保护原理。这一原理

主要是通过数学方法来提高和消除干扰信号的影响。监视线保护的电路原理如图 3 所示。

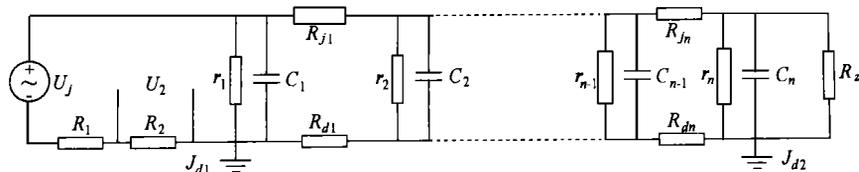


图 3 终端加电阻的交流监视线保护实际电路图

其中  $u_j$  为附加电源;  $R_{j1}, R_{jn}$  为监视线分布电阻;  $R_{d1}, R_{dn}$  为地线分布电阻;  $r_1, r_2, r_n$  为监视线与地线之间的分布绝缘电阻;  $c_1, c_2, c_n$  为监视线与地线之间的分布电容;  $R_z$  为终端电阻。

因为考虑到井下双屏蔽电缆的长度有限,可以把分布参数,看成集中参数来处理,同时对于监视线与地线之间的电容参数  $C$  可以由式(2)消除掉。

$$\int_{-T/2}^{T/2} \cos(\omega t + \phi) \cdot \cos \omega t dt = \frac{T}{2} \cos \phi \quad (2)$$

因此下面以原理图 4 所示对终端加电阻的交流监视线保护原理进行讨论。

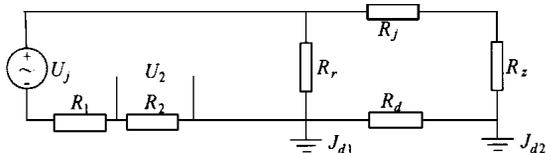


图 4 终端加电阻交流监视线保护原理图

其中  $R_j$  为监视线的电阻,  $R_d$  为地线电阻,  $R_r$  为监视线与地线之间的绝缘电阻,  $R_1$  和  $R_2$  为分压电阻。

正常供电情况下,可以认  $R_r = \infty, R_d = R_r = 0$ ; 此时电阻  $R_2$  两端的电压为:

$$U_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2 + R_{\Sigma}} u_j \quad (3)$$

其中  $R_{\Sigma} = \frac{R_r \times (R_j + R_z + R_d)}{R_r + R_j + R_z + R_d}$ ;  $u_j = U_{jm} \cos(\omega t + \phi)$

当发生监视线或接地线断线故障时,因电流形不成回路,所以电阻  $R_2$  两端的电压为零。当监视线与接地线之间发生短路故障时,因终端电阻  $R_z$  被短接,此时。

$$U_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} u_j \quad (4)$$

通过以上分析可见,当监视线回路电阻增大或断线时电阻  $R_{\Sigma}$  增大,  $U_2$  小于正常工作情况下的电压。而当监视线与接地线之间的绝缘电阻降低或短路时

电阻  $R_{\Sigma}$  减小,  $U_2$  大于正常工作时的电压。因此,通过判断  $U_2$  的大小就可以判断出监视线回路是否有故障。

由三角函数的正交性可知,当频率不同的两个正弦或余弦函数在区间  $[-T/2, T/2]$  上的积分为零,因此可以通过正交变换来消除与附加电源频率不同的所有其它频率的信号。对于监视线

保护来说,主要干扰信号为直流杂散电流、工频杂散电流和高频杂散电流。

由三角函数的正交性可知,如果所取的样品函数是一个与附加电源频率相同的余弦函数,则电阻  $R_2$  两端电压通过正交变换以后的值是与附加电源频率相同的电压,并且它只含有有功分量,而不含有无功分量。因此,通过正交变换以后的信号就为消除电容影响以及干扰信号影响后的信号。在正常供电情况下,电阻  $R_2$  两端的电压为:

$$U_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2 + R_z} u_j \times \cos \phi = 3.14 \frac{R_2}{R_1 + R_2 + R_z} U_{jm} \cos \phi \quad (5)$$

当有直流杂散干扰信号的影响时,电阻  $R_2$  两端的电压为:

$$U_2 = \left( \frac{R_2}{R_1 + R_2 + R_z} u_j + \frac{R_2}{R_1 + R_2 + R_z} U_x \right) \cos \phi = 3.14 \frac{R_2}{R_1 + R_2 + R_{\Sigma}} U_{jm} \cos \phi \quad (6)$$

由式(5)与(6)比较可知有直流杂散干扰信号影响时和正常情况下电阻  $R_2$  两端电压值相等,所以,此时已经消除了直流杂散电流的干扰,即不论直流杂散电流形成的干扰信号有多大,电阻  $R_2$  两端的电压通过正交变换以后,已经没有任何直流干扰信号了。同理,采用正交变换可以消除工频和高频干扰信号的影响。

通过上述分析可知,采用正交变换的终端加电阻的交流监视线保护,是把取样后的信号进行正交变换消除干扰信号后,来作为判断监视线回路是否故障的依据。因此它能够很好地消除直流杂散、工频、高频等非附加电源频率的干扰信号,从而保证动作的可靠性,并且它是通过数学计算来完成这些任务的,从而简化了电路。

表1 监视线保护抗直流干扰信号的  
实验数据 ( $U_2$ 的理论值为6V)

干扰信号 $U_x(V)$	0	0.5	1.0	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	15.0
$U_2$ 测量值 (V)	6.08	6.03	5.94	6.02	6.04	5.99	6.32	6.11	5.81
相对误差 (%)	1.30	0.5	-1.00	0.33	0.67	-3.50	5.30	6.17	-3.17

表2 监视线保护抗50Hz干扰信号的  
实验数据 ( $U_2$ 的理论值为6V)

干扰信号 $U_x(V)$	0	0.5	1.0	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	15.0
$U_2$ 测量值 (V)	6.08	5.83	6.23	6.37	6.39	6.12	5.77	6.31	6.29
相对误差 (%)	1.30	-2.83	3.83	6.17	6.50	2.00	-3.83	5.17	4.83

表3 监视线保护抗100Hz干扰信号的  
实验数据 ( $U_2$ 的理论值为6V)

干扰信号 $U_x(V)$	0	0.5	1.0	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	15.0
$U_2$ 测量值 (V)	6.08	6.33	6.12	6.28	6.37	6.20	6.16	5.76	5.81
相对误差 (%)	1.30	5.50	2.00	4.67	6.17	3.33	2.67	4.00	3.17

## 4 实验和结论

对于采用本原理制成的监视线保护的抗干扰性

### Pilot line protection based on orthogonal transformation

CHEN Kui, TANG Yi

(China Mining Industry University, Xuzhou 221008, China)

**Abstract:** A principle for AC pilot protection with terminal resistor of eliminating interference signal by orthogonal transformation is presented in this paper based on the analysis of the problems on the current pilot line protection. The anti-interference capability of the principle is tested as well.

**Keywords:** pilot line protection; orthogonal transformation; interference signal

实验是通过信号发生器来模仿不同频率不同大小的干扰信号。其实验数据如表1、2、3所示。

通过上表可见,终端加电阻的交流监视线保护对于直流、工频和低频干扰信号都具有较强的抗干扰能力,其误差不随干扰信号的大小和频率而变化,因此这种保护原理能够适应各种环境的需要,且其精度完全能够满足工程上对保护精度的要求。

### 参考文献:

- [1] 王崇林. 采区6kV双屏蔽电缆监视线保护原理的探讨. 煤炭科学技术, 1997, (1).
- [2] 王群. 一种基于神经元的自适应谐波电流检测法. 电力系统自动化, 1997, (10).
- [3] 潘贞存. 含有谐波的交流电气信号的测量与计量. 中国电力, 1998, (2).
- [4] 陈树得. 计算机继电保护原理和技术. 水利电力出版社, 1992, 11.

收稿日期: 1999-12-14 改回日期: 2000-05-22

作者简介: 陈奎(1973-),男,硕士,主要从事电力系统微机监控和保护方面的科研和教学工作; 唐轶(1957-),男,教授,主要从事矿井供电和漏电保护等方面的科研和教学工作。

## 本刊加入 ChinaInfo 网络信息服务系统

为了实现科技期刊编辑、出版发行工作的电子化,推进科技信息交流的网络化进程,本刊已入网“ChinaInfo(中国信息)网络资源系统《电子期刊》”,所以被本刊录用的稿件将一律由编辑部统一纳入 ChinaInfo 信息服务系统,进入因特网提供信息服务。凡有不同意见将自己稿件纳入因特网传送交流的作者,请另投它刊。本刊所付稿酬包含刊物内容上网服务报酬,不再另付。

ChinaInfo 系统是由国家科技部立项,中国科技信息研究所组织实施,万方数据网络中心编辑制作的开放式因特网网络信息资源系统。《电子期刊》作为国家“九五”科技攻关项目,是 ChinaInfo 系统中的重要信息服务栏目,截止 1998 年 10 月已有 120 种期刊的全文内容同步制作上网(网址: <http://www.chinainfo.gov.cn/periodical>),将在近 1~2 年内增加至 500 种科技期刊。本刊内容将按照统一格式显示,制作编入 ChinaInfo 系统电子期刊,读者可上因特网进入 ChinaInfo 系统免费(一年后开始酌情收费)查询检索本刊内容,也欢迎各界朋友通过 ChinaInfo 系统向我刊提出宝贵意见、建议或征订本刊。