

文章编号:1671 - 251X(2010)07 - 0104 - 03

# 基于鉴相鉴幅方式的选择性漏电保护电路设计

范仪龙<sup>1</sup>, 李 航<sup>2</sup>, 游国栋<sup>2</sup>

(1. 中煤张家口煤矿机械有限责任公司, 河北 张家口 075025;

2. 天津科技大学电子信息与自动化学院, 天津 300222)

**摘要:**提出了一种基于鉴相鉴幅方式的用于煤矿井下综采设备电控装置的选择性漏电保护电路的设计方案。该选择性漏电保护电路主要利用故障线路的零序电流与非故障线路的零序电流相位相反、故障线路的零序电流相位滞后零序电压相位的原理,通过比较零序电流与零序电压的相位及二者幅值与设定幅值的关系,实现了对煤矿井下综采设备电控装置的选择性漏电保护功能。实践表明,该电路适应能力强,应用灵活方便,安全可靠。

**关键词:**矿井; 供电; 漏电保护; 选择性; 鉴幅; 鉴相; 零序电压; 零序电流

**中图分类号:**TD611 **文献标识码:**B

Design of Selective Leakage Protection Circuit Based on Method of  
Amplitude Discrimination and Phase Discrimination

FAN Yi-long<sup>1</sup>, LI Hang<sup>2</sup>, YOU Guo-dong<sup>2</sup>

(1. China Coal Zhangjiakou Coal Mining Machinery Co., Ltd., Zhangjiakou 075025, China.

2. College of Electronic Information and Automation of Tianjin University of Science and Technology,  
Tianjin 300222, China)

**Abstract:** The paper proposed a design scheme of selective leakage protection circuit based on method of amplitude discrimination and phase discrimination for electrical control equipments of fully mechanized devices of coal mine underground. The selective leakage protection circuit applied the principle that the phase of zero-sequence current in fault line is in contrast to the one in non-fault line and the phase of zero-sequence current delays the phase of zero-sequence voltage in fault line. It realized function of selective leakage protection for electrical control equipments of fully mechanized devices of coal mine underground through comparison of phases of zero-sequence current and zero-sequence voltage as well as their amplitudes and the setted amplitude. The practice showed that the circuit has strong adaption ability, flexible application, and good reliability.

**Key words:** mine, power supply, leakage protection, selectivity, amplitude discrimination, phase discrimination, zero-sequence voltage, zero-sequence current

## 0 引言

煤矿井下的供电系统一般采用中性点不接地方方式,电缆线路经常会发生漏电故障,对操作人员和用电设备造成很大的安全隐患。随着煤矿井下综采设备功率的增大及电网用电设备的增多,特别是综采

设备的频繁启动造成电网电压波动,同时井下的供电条件非常恶劣,这些因素对综采设备电控装置的安全性和可靠性提出了更高的要求<sup>[1]</sup>。

应用安全可靠的选择性漏电保护装置能提高煤矿井下供电的安全性和可靠性<sup>[1]</sup>。笔者设计了一种选择性漏电保护电路,该电路主要利用故障线路零序电流与非故障线路零序电流相位相反、故障线路零序电流相位滞后零序电压相位的原理,通过零序电流与零序电压之间的相位比较以及零序电压和零

收稿日期:2010 - 03 - 18

作者简介:范仪龙(1968 - ),男,满族,河北承德人,现主要从事煤矿电器产品的研发工作。E-mail:hopkins1019@gmail.com

序电流的幅值控制来实现选择性漏电保护功能。

## 1 电路原理

选择性漏电保护电路原理如图 1 所示。

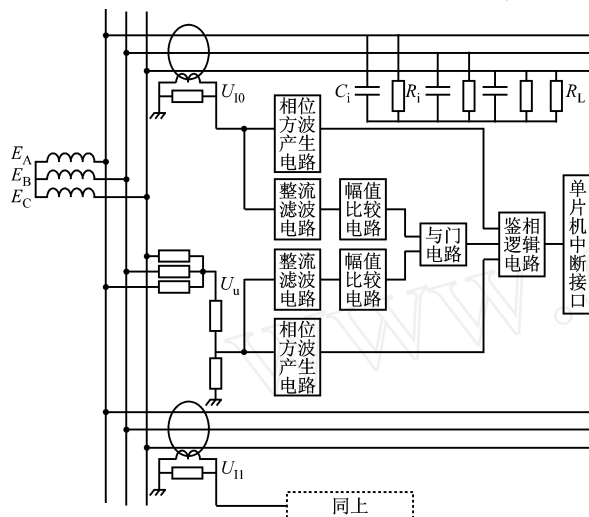


图 1 选择性漏电保护电路原理

设动力电缆单相对地的绝缘电阻为  $R_i$ , 分布电容为  $C_i$ , 当  $C$  相发生漏电故障时接地电阻为  $R_L$ , 相电压为  $U$ , 则此时产生的零序电压为

$$U_{zs} = -UR_i / [2R_i + 3R_L(jC_i + 1)] \quad (1)$$

非故障线路产生的零序电流为

$$I_{zs} = 3U_{zs}(1/R_i + jC_i) \quad (2)$$

故障线路产生的零序电流为

$$I_{dzs} = - \sum_{i=1}^n I_{izs} \quad (3)$$

由式(2)和式(3)可知,故障线路的零序电流与非故障线路的零序电流相位相反、大小不同<sup>[2~3]</sup>。电流的大小与动力电缆的分布电容、绝缘电阻和故障线路的接地电阻有关<sup>[4]</sup>。故障线路零序电流的相位滞后于零序电压的相位,并且滞后的相位角  $> 90^\circ$ <sup>[5]</sup>。在相序方波产生电路和幅值比较电路中,通过零序电流互感器采集每个分支回路的零序电流并将其转换为交流电压信号  $U_{10}$ , 通过相序方波产生电路将电流转换为正半波为高电平、负半波为低电平的方波信号,该方波信号能够体现出所有线路零序电流的相位时序。零序电流信号和零序电压信号分别通过精密整流滤波电路变换为直流幅值电压,根据现场的工作环境,如  $C_i$ 、 $R_L$  的大小以及用户需要设定的灵敏度等因素,设置一个与其直流幅值电压进行比较的基准电压。当直流幅值电压大于该基准电压时,幅值比较电路输出高电平,它是进行漏电故障诊断的必要条件。只有零序电流和零序电压的

直流幅值电压同时大于设置的基准电压幅值时,电路才会检测到漏电故障。鉴相逻辑电路用于检测零序电流与零序电压的相位关系,最终将漏电信号发送到单片机中断接口。

## 2 硬件电路设计

### 2.1 相序方波产生电路

相序方波产生电路如图 2 所示。交流电压信号通过射极跟随器、基准为零的电压比较器以及光电隔离电路输出方波信号。当  $U_{in}$  为交流正半波时,  $U_{out}$  输出高电平信号;  $U_{in}$  为交流负半波时,  $U_{out}$  输出低电平信号。

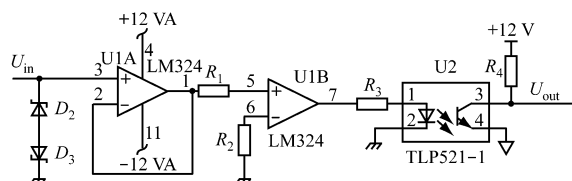


图 2 相序方波产生电路

### 2.2 整流滤波电路

整流滤波电路如图 3 所示。交流电压信号通过精密整流电路输出到  $U1A$ , 再通过  $R_8$ 、 $D_3$ 、 $C_1$  滤波,  $U_{out}$  输出为直流电压信号。 $R_9$  和  $C_1$  作为滤波元件, 需要选择适当的值, 以保证较小时延的同时获取纹波较小的直流信号。

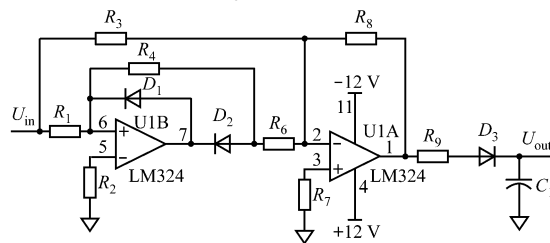


图 3 整流滤波电路

### 2.3 鉴相逻辑电路

鉴相逻辑电路如图 4 所示, 其中  $A_i$  为零序电流幅值比较输出,  $A_u$  为零序电压比较输出,  $D_u$  为零序电压的相位方波,  $D_i$  为零序电流的相位方波,  $D_o$  为用于指示故障信号的输出端, 低电平为故障状态, 高电平为非故障状态。当零序电流和零序电压的幅值同时大于设定幅值时, 与门的输出才为高电平, 74LS74 的使能端 (CLR1) 才有效。因为故障线路的零序电流相位滞后于零序电压的相位, 而非故障线路零序电流的相位与非故障零序电流相位相反, 所以当  $D_u$  在上升沿时检测到故障线路  $D_i$  为高电平, 非故障线路的  $D_i$  为低电平。所以故障线路的输出  $D_o$  有一个从高到低的跳变, 输出的低电平将触发单

文章编号:1671 - 251X(2010)07 - 0106 - 03

# 水泵压力监测数据分析在矿井水泵 自动控制系统中的应用

王栋平<sup>1</sup>, 杜仁庆<sup>2</sup>

(1. 煤炭科学研究总院常州自动化研究院, 江苏 常州 213015; 2. 芙蓉集团机运部, 四川 宾珙 644501)

**摘要:**分析了矿井水泵自动控制系统中水泵真空压力和排水压力在水泵正常运行过程中的变化情况, 讨论了水泵真空压力和排水压力监测数据对于水泵自动控制系统程序设计的作用, 指出真空压力监测数据主要用于判断水泵是否允许启动、排水压力监测数据主要用于判断水泵运行后排水是否正常。实践证明, 根据该原理设计的控制程序使矿井水泵自动控制系统更加稳定可靠, 而且能够很好地保护水泵及相应设备。

**关键词:**矿井; 水泵; 自动控制; 真空压力; 排水压力; 数据分析

**中图分类号:**TD636

**文献标识码:**B

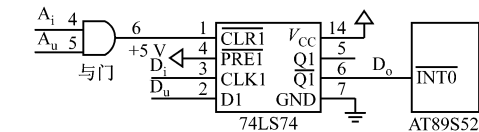
收稿日期:2010 - 05 - 05

**作者简介:**王栋平(1981 - ), 男, 江苏武进人, 2004年毕业于西安科技大学, 现从事煤矿工业自动化方案设计及项目服务工作。  
E-mail: wangdp007@163.com

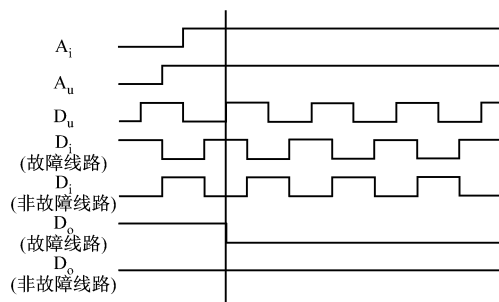
## 0 引言

目前各煤矿都在装备水泵自动控制系统, 其性能的稳定可靠性对于排水泵房的正常运行非常重

要。片机 AT89S52 进入漏电保护处理中断程序, 而非故障线路输出 D<sub>0</sub> 一直维持高电平状态。



(a) 鉴相逻辑电路



(b) 鉴相逻辑电路输出波形

图 4 鉴相逻辑电路及输出波形

## 3 软件设计

在电路的软件设计中, 为了提高漏电保护的响应速度, 在外部中断服务程序中进行漏电保护故障处理。为了提高漏电保护的可靠性, 还要考虑以下因素: 当某个回路进行通断动作时, 由于执行机构(比如真空接触器)的三相通断不会严格同步, 此时

也会产生漏电保护的故障指示信号。这就需要软件在执行主回路的通断操作时延时处理漏电保护动作, 避免电路的误动作。

## 4 结语

基于鉴相鉴幅的选择性漏电保护电路能够根据煤矿井下发生漏电故障时线路的零序电压和零序电流的相位及幅值、应用简单可靠的硬件电路及软件实现对煤矿井下综采设备电控装置的选择性漏电保护功能, 还能够根据现场的供电环境和用户需求对漏电保护的灵敏度进行人工设置, 安全可靠。

## 参考文献:

- [1] 国家煤矿安全监察局. 煤矿安全规程[M]. 北京: 煤炭工业出版社, 2004.
- [2] 崔景岳, 刘思沛, 聂文龙. 煤矿供电[M]. 北京: 煤炭工业出版社, 1988.
- [3] 宋建成, 谢恒坤, 杨同敏, 等. 基于零序电流方向的选择性漏电保护系统的研究[J]. 电网技术, 1998, 22(9): 53-55.
- [4] 牟龙华, 孟庆海, 刘建华. 可通信式智能选择性漏电保护系统的研究[J]. 电工技术学报, 2003, 18(1): 82-86.
- [5] 陈奎, 陈士军, 唐轶. 矿山电网漏电保护的研究[J]. 电工技术杂志, 2004(11): 61-63.