

一次自动重合闸实验电路设计与实现

王程有, 王睿

(郑州铁路职业技术学院, 河南 郑州 450052)

摘要: 在实验室没有断路器的情况下, 笔者构想一个模拟断路器, 设计配套电路, 并对设备技术参数进行选择、计算, 将自动重合闸装置在实际线路上的运行情况及动作的物理过程再现出来, 利于学生深刻理解一次自动重合闸的工作原理, 认识其在减少停电时间, 提高供电可靠性方面的作用, 构建自动重合闸装置工作的物理过程。实验效果显著。

关键词: 自动重合闸; 实验电路; 设计

中图分类号: TM762.2; TM743 **文献标识码:** B **文章编号:** 1003-4897(2005)22-0061-03

0 引言

自动重合闸 (简称 ARD 装置^[1]) 是输配电线路、电力铁道牵引网广泛采用的一种自动装置。当线路发生诸如: 绝缘子表面闪络、大风引起的碰线、鸟类身体放电、树枝落在导线上等瞬时自消性故障, 造成继电保护装置动作, 致使断路器跳闸时, ARD 装置将使断路器重新合闸, 恢复正常供电, 从而减少停电时间, 提高供电可靠性。若发生的是永久性故障, 断路器跳闸后, ARD 装置重合一次, 断路器再次跳闸, 这时, ARD 装置不再进行重合, 即只进行一次重合闸。

1 问题的提出

一次自动重合闸实验旨在使学生熟悉 ARD 装置的结构和工作原理, 认识其在减少停电时间, 提高供电可靠性方面的作用, 构建 ARD 装置工作的物理过程。在实验室没有断路器的情况下实现上述目的, 需要设计一套电路, 将 ARD 装置在实际线路上的运行情况及动作的物理过程再现出来。具体工作

有三个: (1) 断路器的模拟; (2) 辅助电路设计; (3) 一次自动重合闸实验的实现。

2 实验电路设计

2.1 断路器的模拟

2.1.1 实际断路器和 ARD 装置的基本结构及工作情况

实际断路器 (简称 QF) 由合闸线圈、合闸电磁机构; 分闸线圈、脱扣机构; 主触头、辅助触头等组成^[2]。ARD 装置由启动回路、延时回路、执行回路、出口回路等组成。如图 1 所示。

当控制电路给断路器发出合闸信号时, 其合闸线圈受电, 合闸电磁机构动作, 主触头闭合, 同时辅助触头作相应转换, ARD 装置中的电容充电储能。若线路发生短路故障, 保护装置发出分闸信号, 断路器分闸线圈受电, 脱扣机构使断路器跳闸, 主触头切断短路电流, 辅助触头给自动重合闸发出断路器分闸位置信号, 使启动回路工作, 经过一定延时后执行回路动作, 由出口回路发出重合闸信号, 使断路器进行重合闸。若为瞬时性故障, 重合成功, 恢复供电;

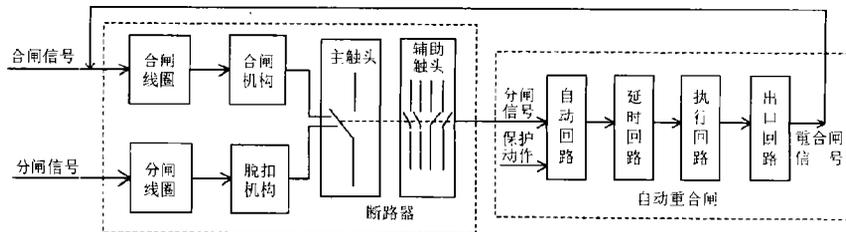


图 1 断路器和一次自动重合闸装置组成示意图

Fig 1 Constitution of circuit breaker and primary auto-reclosure

若为永久性故障,断路器将再次跳闸,之后不再进行重合。

2.1.2 模拟断路器的构想与实现

一次自动重合闸实验的目的是再现实际一次重合闸动作的全部过程。在实验室完成这样的工作不可能也没有必要专设一个断路器与之相配合,考虑到中间继电器触点较多,可以满足辅助控制需要,设想用一个中间继电器来模拟实际断路器。

中间继电器与实际断路器在结构上的差别是:中间继电器的电磁机构只有一个励磁线圈,要使其完成断路器的功能,需要用电路设计来进行弥补,具体电路如图2所示。

采用模拟断路器 QF 后,实际设备中的断路器分闸位置继电器、合闸位置继电器均省去,其功能由模拟断路器触点完成。分闸线圈、合闸接触器分别由分闸继电器、合闸继电器取代,分、合闸信号的发出分别由两个中间继电器完成,在电路图中分别是 YR、KO。

2.2 自动重合闸辅助电路设计

2.2.1 模拟断路器 QF、分闸继电器 YR、合闸继电器 KO 的选择

实际断路器的动作时间极短,一般小于 0.15 s,故模拟断路器 QF 选择快速动作的电磁式中间继电器。整个实验电路控制需要两对动合触点 (QF_3 、 QF_4),两对动断触点 (QF_1 、 QF_2),综合以上两个要求,选用 DZK-214 型:直流额定电压 110 V,动作电压 70% 额定电压,额定电流 0.5 A,动作时间小于 0.015 s。考虑到模拟断路器 QF 分合闸的可靠性,分、合闸继电器 YR、KO 选用带阻尼延时的中间继电器 DZB-217 型:额定直流电压 110 V,动作电压 70% 额定电压,保持电压 50% 额定电压,返回电压 5% 额定电压,返回时间 > 0.5 s,线圈阻值 2800 Ω 。

2.2.2 分合闸指示灯 GD、RD 及分压电阻 R_1 、 R_2 的选择

模拟断路器 QF 合闸后,合闸指示灯 RD 发光,由于合闸指示灯 RD 与分闸继电器 YR 同回路,分闸回路一直处于预备分闸状态,分闸继电器 YR 线圈受电,但不应动作。这种特殊要求,需要在分闸回路采取分压措施。当合闸指示灯 RD 选用 110 V/5 W 时,其电阻为 $R_2 = U^2 / P = 110^2 / 5 = 2420 \Omega$ 。根据分闸继电器 YR 的技术参数,保持电压 50% 额定电压,返回电压 5% 额定电压,分压电阻所分电

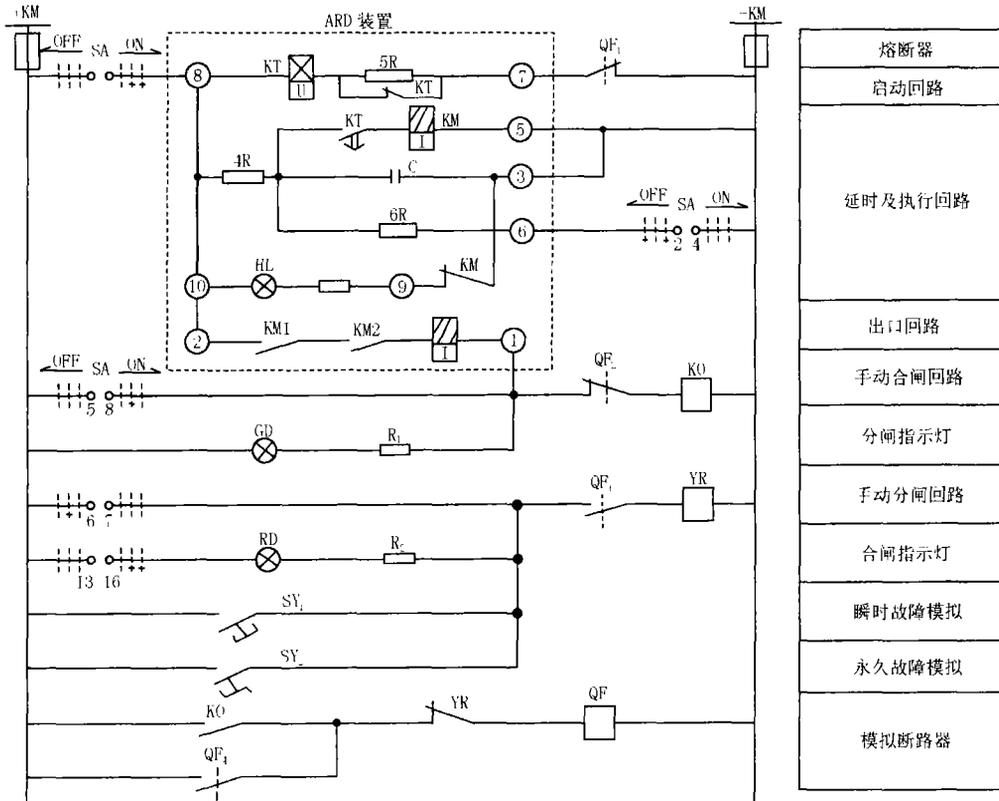


图 2 一次自动重合闸实验电路图

Fig 2 Experimental circuit of primary auto-reclosure

压 U_{FY} 应满足以下关系:

5% 额定电压 $< U_{FY} < 50\%$ 额定电压

取 $U_{FY} = 45\% U_N$, 则分压电阻 $R_2 = 2\ 800 / 45\% - (2\ 800 + 2\ 420) = 1\ 002$

故选用 $1\ 000\ 1/20\ W$ 的电阻, 作为分闸回路的分压电阻。

当断路器 QF 合闸后, 合闸指示灯 RD 发亮, 分闸继电器 YR 通电而不吸合, 处于预备分闸状态。同理, R_1 亦选用 $1\ 000\ 1/20\ W$ 的电阻, 当断路器 QF 分闸后, 分闸指示灯 GD 发亮, 合闸继电器 KO 通电而不吸合, 处于预备合闸状态。

2.2.3 故障模拟

在实际设备中, 当线路发生短路故障时, 保护装置启动分闸继电器 YR, 使断路器 QF 分闸。在实验电路中, 用自恢复按钮 SY_1 模拟瞬时性故障, 用手动复位开关 SY_2 模拟永久性故障。

3 一次自动重合闸实验的实现

3.1 实验配套设备

由图 2, 与 ARD 装置实验配套的设备有: 模拟断路器 QF, 合闸继电器 KO, 分闸继电器 YR, 合闸指示灯 RD, 分闸指示灯 GD 以及分压电阻 R_1 、 R_2 , 将以上设备安装在一块板上, 用接线柱将线圈、触点等端子引出, 并将它们标示出来。ARD 装置和万能开关 SA 安装到实验台上。该实验正负触点接线较多, 故需制作一个正负母线接线板。

3.2 实验的实现

当操纵万能开关 SA 进行手动合闸时, SA_{5-8} 接通, 合闸继电器 KO 动作, 模拟断路器 QF 合闸 ($QF_1 \sim QF_4$ 均作相反方向转换), 触点 QF_5 自保持, QF_3 闭合, 合闸指示灯 RD 亮, 此时, ARD 装置中的电容器充电储能。

模拟瞬时自消性故障: 按下自恢复按钮 SY_1 (模拟继电保护装置动作), 分闸继电器 YR 动作, 模拟断路器 QF 失电而“跳闸”, 触点 QF_1 闭合, 万能开关 SA 与模拟断路器 QF 处于不对应状态, ARD 装置中的时间继电器 KT 起动, 延时闭合触点 KT 延时闭合, 出口继电器 KM 因电容器 C 放电而起动, 动合触点 KM_1 、 KM_2 闭合, 并在其电流线圈的保持下, 从 ARD 装置的断发出重合闸信号, 使合闸继电器 KO 动作, 起动模拟断路器 QF 进行重合闸, (触点 QF_3 闭合) 合闸指示灯 RD 发亮——ARD 装置重合成功。

模拟永久性故障: 转动手动复位开关 SY_2 (模拟

线路发生永久性故障), 继电保护装置动作, 动作过程同上。当模拟断路器 QF 重合后, 由于故障仍然存在, 模拟断路器 QF 将第二次跳闸, 触点 QF_1 再次启动时间继电器 KT, 延时闭合触点 KT 经延时后闭合接通电容 C 的放电回路, 但由于从断路器重新合闸至 KT 接通放电回路这段时间远远小于 $15 \sim 25\ s$, 电容 C 充电电压很低, 放电电流很小, 不能使出口继电器 KM 动作, 断路器不会第二次重合——从而保证了 ARD 装置只重合一次, 不会多次重合于故障线路。

当操纵万能开关 SA 进行手动分闸时, SA_{6-7} 接通, 模拟断路器 QF 跳闸, SA_{2-4} 接通电容 C, 并通过 $6R$ 放电——保证了手动操作跳闸时, ARD 装置不会重合。

手动合闸于故障线路: 首先转动手动复位开关 SY_2 , 模拟线路发生永久性故障, 然后操纵万能开关 SA 进行手动合闸, SA_{5-8} 接通, 模拟断路器 QF 合闸。同时, 触点 QF_3 闭合, 由于线路上已存在故障, 模拟断路器 QF 跳闸。因为断路器处于合闸位置的时间很短, 电容 C 还来不及充电, 因此 KM 不会动作, ARD 装置不会重合。

4 结束语

综上所述, 一次自动重合闸实验电路, 能够模拟其在实际线路中的运行情况, 再现其工作的全部内容, 有利于学生深刻理解一次自动重合闸的工作原理, 认识其在减少停电时间, 提高供电可靠性方面的作用, 构建 ARD 装置工作的物理过程。通过实验接线, 还可以培养学生从展开图到实际接线及查找故障、处理问题的能力, 是一个实用的、实验效果显著的实验电路。

参考文献:

- [1] 国家标准局. 电气制图及图形符号国家标准汇编 [M]. 北京: 中国标准出版社, 1989.
National Bureau of Standard Assemble of Electric Drawing and Graphical Symbol [M]. Beijing: Standards Press of China, 1989.
- [2] 刘介才. 工厂供电 [M]. 北京: 机械工业出版社, 1991.
L U Jie-cai Factory Power Supply [M]. Beijing: China Machine Press, 1991.

收稿日期: 2005-03-24; 修回日期: 2005-06-26

(下转第 75 页 continued on page 75)

- Data Acquisition System Based of CAN Bus[J]. Journal of Kunming University of Science and Technology, 2001, 28(5): 77-81.
- [5] 王朝阳,管保安. 基于 CAN总线的变电站综合操作系统[J]. 现代电子技术, 2001, (12): 1-5.
WANG Chao-yang, GUAN Bao-an Synthesis Operation System of Substation Based on CAN Bus[J]. Modern Electronic Technique, 2001, (12): 1-5.
- [6] 季侃,袁浩,等. CAN总线在变电站自动化中的应用[J]. 电力系统自动化, 2002, 26(10): 48-49.
JI Kan, YUAN Hao, et al CAN Bus Apply to Substation Automation[J]. Automation of Electric Power Systems, 2002, 26(10): 48-49.
- 收稿日期: 2005-03-07; 修回日期: 2005-04-15
- 作者简介:
周敬嵩(1977-),男,本科,工程师,专业方向为电力系统自动化;E-mail: tran_stability@yahoo.com.cn
周敬尧(1979-),男,硕士,研究方向为电力系统运行、分析与控制。

A new design of substation preventing wrong operation system

ZHOU Jing-song¹, ZHOU Jing-yao²

(1. Huzhou Electric Power Administration, Huzhou 313000, China;

2. North China Electric Power University, Baoding 071003, China)

Abstract: The CAN bus-based new design is based on the traditional preventing wrong operation and latch-up theory. It employs mature CAN bus technique to construct the network, links the locksets of preventing wrong operation, field execute units and background control machine, and fits with proper design of software to realize in-time upper transmission of field information and background PC order correctly command. This design make the communication of single execute unit and monitoring PC to reality. As a remote online operation prevent mishandling system, it's very important to synthesis automation and unattended substation are also illustrated. The design of hardware of execute units and flow of software based on uPSD3251 CPU.

Key words: networking preventing wrong operation; CAN bus; operation unit

(上接第 63页 continued from page 63)

作者简介:

王程有(1960-),男,实验师,主要从事供用电技术方面的理论、实践教学与研究;E-mail: wangchengyou2000@ya-

hao.com.cn

王睿(1973-),女,讲师,主要从事供用电技术方面的理论教学与研究。

Experimental circuit design and its implementation of a primary auto-recloser

WANG Cheng-you, WANG Rui

(Zhengzhou Railway Vocational & Technical College, Zhengzhou 450052, China)

Abstract: Without circuit breaker in lab, the paper designs an analog circuit breaker with a matching circuit. After selecting and calculating device technological parameter, auto-reclosure to real circuit is applied and its operating state and physical process are illustrated. The simulation can help the students understand the operating principle of auto-reclosure and find the function of auto-reclosure in shortening power failure time and enhancing power supply reliability. It also help to acquaint the students with the physical process of assembling an auto-reclosure device. A striking experimental effect is witnessed.

Key words: auto-reclosure; experimental circuit; design