

预付费微型断路器分励脱扣器的研究

张元敏, 方如举

(许昌学院, 河南 许昌 461000)

摘要: 针对现有微型断路器分励脱扣器的不足, 设计出性能良好和保护功能完善的脱扣器是改进微型断路器的确良一项重要内容。分析了预付费微型断路的断电动作过程和详细工作过程。在工作过程分析的基础之上, 建立了预付费微型断路器分励脱扣器的动磁铁瞬间动作的动态数学模型。从电路原理图仿真结果来看, 此分励脱扣器的电路设计是完全能够满足所要求的。

关键词: 分励脱扣器; 断路器; 预付费电度表; 数学模型; 过压保护

Research of prepayment meter miniature circuit breaker with shunt release

ZHANG Yuan-min, FANG Ru-ju

(Xuchang University, Xuchang 461000, China)

Abstract: To the defect of existing miniature circuit breaker with shunt release, it is important to design shunt release of nice performance and perfect protection function that improves miniature circuit breaker. Working process and acting procedure which are cut off momentarily are analyzed in detail. Immediate action mathematical model of moving-magnet is established that is component of prepayment meter miniature circuit breaker. From simulation result, this paper draws a conclusion that circuit design of shunt release is satisfied with requirement.

Key words: shunt release; breaker; prepayment meter; mathematical model; overvoltage protection

中图分类号: TM561 文献标识码: B 文章编号: 1674-3415(2008)17-0087-03

0 引言

随着电力事业的发展, 低压开关电器的需求量日增, 对低压电器经济技术指标的要求也越来越高, 这就促进了低压电器向小型化、智能化、多功能、高性能、节能和环保方向发展。微型断路器是建筑电气终端配电装置中使用最广泛的一种终端保护电器。断路器也称为空气断路器, 是在刀闸开关的基础上发展起来的。无论在工业、农业、商业、交通运输业、国防、科教卫生、航空航天事业等领域, 还是在人们的日常生活中, 断路器的使用日渐广泛, 同时断路器的生产也成为电器行业的一大支柱产业。低压断路器是低压电器的一个重要门类, 也是结构最复杂、保护性能最完善的一个品种。低压断路器的设计与生产技术在一定程度上反映了整个低压电器发展的水平。分励脱扣器作为微型断路器的一个极其重要的附件, 其性能指标直接反映出微型断路器的功能是否完善。目前分励脱扣器广泛应用于与IC卡预付费电度表配套使用来控制线路的通

断。同时可以保护线路和电动机的过载或短路, 亦可作为线路的不频繁转换及电动机的不频繁起用之用和作为泄漏电流保护的一个组成元件。因此设计出性能和保护功能完善的脱扣器也是关于微型断路器研究中的一项重要内容。

1 工作原理

微型断路器一般都具有两个基本组成部分, 即感受部分与执行部分。感受部分接收外界输入的信号, 并通过转换放大与判断, 做出有规律的反应, 使执行部分动作, 输出相应的指令, 实现控制的目的。感受部分大都是电磁机构, 执行部分则是触头系统。电磁机构的作用是将电磁能转换为机械能, 从而带动执行部分触头动作。电磁机构主要由吸引线圈(励磁线圈)和磁路两部分组成。磁路包括动铁心、静铁心和空气气隙组成。图1为电磁机构以及动铁心的受力示意图, 其中: F_0 为弹簧的拉力; mg 为动铁心自身的重力; $F_{\&}$ 为动、静铁心之间的引力。

自由脱扣器被锁扣锁住, 当控制端没有电压信

号时,线圈L中没有电流通,此时动磁铁的重力与磁铁之间的吸引力之和 $mg+F_{\&}$ 小于弹簧的弹力 F_0 ,动铁心不动作,触头闭合,保持电路接通。当控制端有输入电压信号时,线圈L中有电流流过时,如果电流超过一定数值时,瞬间变化的电场引起很大的磁场,磁铁之间的引力很大,此时动磁铁的重力与磁铁之间的吸引力之和 $mg+F_{\&}$ 大于弹簧的弹力 F_0 ,动磁铁被吸引,同时使脱扣机构动作,使锁扣脱扣,从而带动锁扣将电路分断。

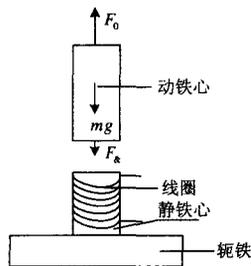


图1 动铁心受力示意图

Fig.1 Weighted diagram of moving-magnet

分励脱扣器的具体工作原理如图2所示。

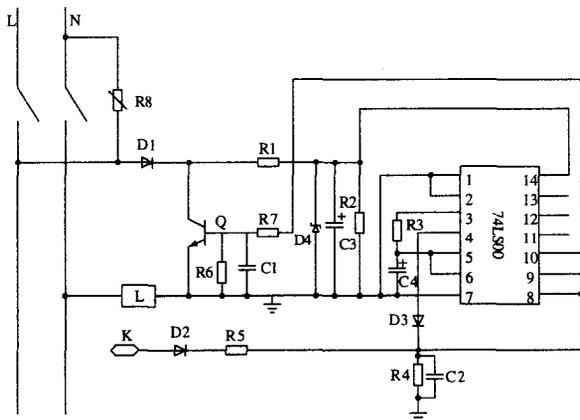


图2 分励脱扣器的原理图

Fig.2 Principle scheme of miniature circuit breaker with shunt release

分励脱扣器处于长通电短时工作状态。74LS00是一个具有4个与非门的74系列芯片,它是分励脱扣器的一个核心组成部分,当控制端K有输入电压信号时,通过整流二极管整流和电阻R5限流后作为74LS00的8,9脚输入,此时10脚输出低电平,加在开关管Q基极G为低电平,开关管Q处于截止状态,线圈L中没有电流流过,此时动磁铁的重力与磁铁之间的吸引力之和 $mg+F_{\&}$ 小于弹簧的弹力 F_0 ,动铁心不动作,电路正常工作,用户用电线路处于正常接通状态。当预付费IC卡上的钱用完时,电度表

会把K端的电压断开,则74LS00的8,9脚输入为低电平,此时10脚输出高电平。由于74LS00集成块的1,2脚直接接地,因此1,2脚的输入一直为低电平,3脚的输出一直处于高电平,经R3给极性电容C4充电,当电容两端电压大于2/3倍的 V_{CC} (74LS00的工作电压)电压时,5,6管脚就会处于高电位状态,使得4脚输出一直保持低电平,这样就可以保证8,9脚一直处于低电位状态,10脚输出一直为高电平,此输出信号经R2限流后,给开关管门基极G发出一个触发信号,使开关管Q导通。当开关管Q导通后,输入电压直接加在线圈两端,将会产生一个很大的电流流过线圈L,使线圈产生大的电磁吸力,将动铁心吸向静铁心,同时动铁心在被吸引的过程中,就会推动锁扣,使分励脱扣器脱扣。

当预付费的IC卡重新充值完成后,电度表又会重新接通分励脱扣器的K端,开关管Q的基极G的输入又重新变为低电平。

对瞬态过压保护可采用压敏电阻R8作为过压保护元件,它的作用是保护电路板的元器件不被损坏,当其两端所加电压在标称值470V内时,其电阻几乎为无穷大,当其两端所加电压稍微超过标称值时,其电阻急剧下降。被应用于电路中作为保护器件。

2 分励脱扣器的瞬间动态数学模型

目前,微型断路器的短路保护功能在很大比重上是由电磁瞬时脱扣器来实现的,断路器电磁脱扣器的动作时间越小,断路器开断过程中呈现电弧电压的时间越早,对限流开断越有利。因而选择电磁脱扣器的结构参数,应考虑在额定开断条件下它们对电磁脱扣器动作时间的影响。电磁脱扣器的动作时间与动作值,都决定于电磁铁动态吸力特性与负载反力特性的配合,而前者又决定于电路瞬态方程与电磁机构可动部分的机械运动方程。

电磁机构的动作过程分为两个阶段,第一阶段从短路电流开始发生到电磁吸力克服反作用弹簧的初始反力作用使衔铁开始运动为止。在此过程中衔铁一直处于静态状态,工作气隙固定为最大工作气隙。

第一阶段

此时应满足:

$$F_{\&} + mg \leq F_{10} \quad (1)$$

式(1)中: $F_{\&}$ 为短路电流作用下线圈对衔铁产生的吸力; m 为衔铁质量; F_{10} 为反作用弹簧的初始反力。

第二阶段:

一旦电磁吸力足够大, 使衔铁开始吸合, 则进入第二阶段。第二阶段从衔铁被吸合开始加速运动到衔铁与极靴之间的距离达到最小工作气隙 δ_0 为止。

衔铁可以写出如下的运动方程:

$$\begin{cases} m \frac{dV_{\delta}}{dt} = F_{\delta} + mg - F_f \\ V_{\delta} = \frac{dx_{\delta}}{dt} \end{cases} \quad (2)$$

式(2)中: F_{δ} 为衔铁上产生的吸力; m 为衔铁质量; F_f 为弹簧的反力; V_{δ} 为衔铁上电磁吸力作用点的运

动速度; X_{δ} 为衔铁和静铁心之间的距离。

对于脱扣器的模型来说, 由于在短路电流来到时, 线路的影响远远大于电磁机构内部阻抗的影响, 因此, 脱扣器模型是一个电流源模型, 衔铁运动所产生的反电动势对电流的变化影响不大。根据其数学模型, 就可以进一步确定流过线圈中的励磁电流, 以及一些主要电气元件的参数。

3 仿真结果

图 3 为控制端和加在开关管 Q 两端的电压波形, 从图 3 可以看出控制端有电压信号时, 开关管导通。

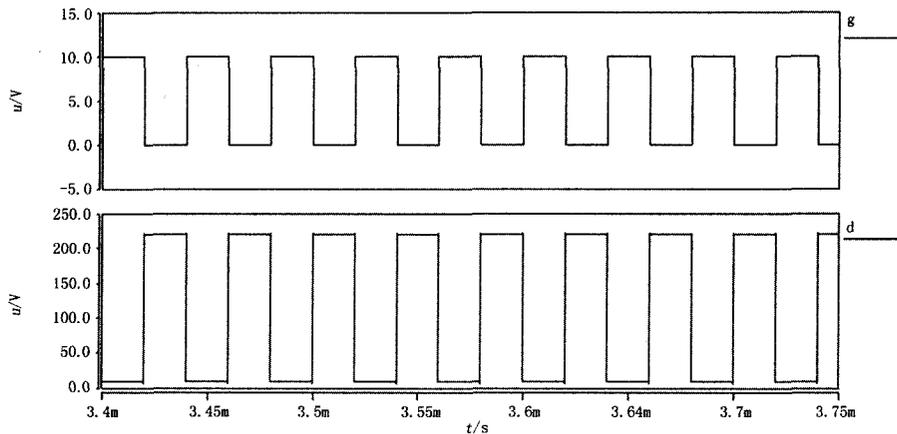


图3 控制端和加在开关管Q两端的电压波形

Fig.3 Voltage waveforms of control and switching tube Q

4 结论

本论文主要是完成微型断路器重要附件分励脱扣器的电路设计。并对该电路的工作原理作了详细分析, 论文最后给出了该电路的数学模型以及在计算机软件仿真下的结果, 进一步验证该电路的正确性。

参考文献

- [1] 王仁祥. 常用低压电器原理及其控制技术[M]. 北京: 机械工业出版社, 2002.
WANG Ren-xiang. Principle and Control Technique of Frequent Low Voltage Electric Appliance[M]. Beijing: China Machine Press, 2002.
- [2] 宋庚寅. 电子技术实验与设计制作[Z]. 许昌: 许昌学院, 2003.240-263.
SONG Geng-yin. Electron Technology Experiment and

Design Manufacture[Z]. Xuchang: Xuchang University, 2003.240-263.

- [3] 杨建中. 负荷开关-熔断器组合电器的继电保护[J]. 工业科技, 2006, 35(5):57.
YANG Jian-zhong. Relay Protection of Association Between Load Switch and Fuse[J]. Industry Technique, 2006, 35(5):57.
- [4] 钱国伟, 赵嘉森. S(H)400 800塑壳断路器中分励脱扣器的改进[J]. 华通技术, 2003,(2):37-38.
QIAN Guo-wei, ZHAO Jia-sen. Shunt Release Improvement of 400 800 Plastic Case Breaker[J]. Huatong Technology, 2003,(2):37-38.

收稿日期: 2007-12-11; 修回日期: 2008-01-25

作者简介:

张元敏(1963-), 男, 硕士, 副教授, 从事电力电子方向的教学研究工作。E-mail: zym@xcu.edu.cn