

## 低压断路器合闸线圈保护的研究

张元敏, 方如举

(许昌学院电气信息工程学院, 河南 许昌 461000)

**摘要:** 提出一种解决低压合闸线圈烧毁的方案, 结合具体要求设计出一种针对低压合闸线圈保护电路。在合闸线圈回路中增加了一个保护装置, 当断路器未能及时跳闸时, 采用 4060 芯片延时启动保护, 切断合闸线圈回路, 从而保护合闸线圈。低压合闸线圈回路在正常工作时候能够监视低压主电路的运行状态, 在发生短路故障时, 能够切断合闸线圈保护回路, 避免合闸线圈长时间工作在大电流环境下而烧毁, 避免断路器操作机构卡死或者断路器辅助触点切换不正常, 导致合闸线圈回路不能及时断开而烧毁的现象发生。

**关键词:** 合闸线圈; 4060 芯片; 保护; 低压断路器

### Research on closing coil protection of low-voltage circuit breaker

ZHANG Yuan-min, FANG Ru-ju

(Xuchang University, Xuchang 461000, China)

**Abstract:** A scheme to solve closing coil burnout of low-voltage circuit breaker is proposed. A kind of protection circuit in allusion to closing coil of low-voltage circuit breaker is designed in combination with concrete requirements. A protection unit is added to closing coil circuit so as to cut off closing coil circuit by 4060 chip to protect closing coil when breaker can't trip in time. Closing coil of low-voltage circuit not only monitors running conditions of low-voltage main circuit, but cuts off closing coil circuit to avoid closing coil burnout of low-voltage circuit breaker in accident state. Phenomena of closing coil burnout which can't trip in time can be avoided because operating mechanism is jammed or auxiliary contacts of breaker toggle anomaly.

**Key words:** closing coil; 4060 chip; protection; low voltage breaker

中图分类号: TM56 文献标识码: A 文章编号: 1674-3415(2010)03-0122-03

## 0 引言

电力系统运行中经常发生合闸线圈烧毁事故。众所周知, 合闸线圈都是按照短时通电设计的。合闸线圈的烧毁, 主要是由于合闸线圈回路的电流不能正常切断, 导致合闸线圈长时间通电而造成的。

作为电力系统中重要的电气元件, 在电力系统发生故障时, 断路器接受继电保护及自动装置的跳闸命令, 并且要求其以毫秒级的速度去执行跳闸动作, 以避免事故的蔓延和扩大。因此, 要求断路器在投运中能随时处于待命状态, 且可以做到令行禁止。尤其不允许出现有跳闸命令时, 断路器拒绝跳闸的现象。在电力系统的中低压变电站中, 还有大量的电磁操作机构断路器在运行。实践证明, 这类断路器的操作机构稳定性较差。操作过程中, 时有拒分拒合或辅助触点断不开的故障发生。在常规的有人值班变电站中, 人工操作断路器, 当出现上述故障时, 可由控制开关 KK 或及时断开该路控制电

源, 人工切断操作电流。因此, 烧毁分合闸线圈的故障较少。即使目前已大量采用的弹簧储能操作机构的断路器, 特别在调试、检修中, 也多次发生在机械闭锁状态下错误进行电动操作而烧线圈的事。

目前国内、外在合闸线圈保护领域的研究主要集中在高压领域, 保护是同时针对分、合闸线圈的。从技术手段上看, 高压分、合闸线圈保护领域已经跨入微机保护阶段。这类保护的主要特点是: 系统复杂, 功能强大, 价格高昂, 技术先进。而在低压领域, 单独针对合闸线圈的保护很少, 综合考虑各种因素, 研究开发一款技术上比现有产品更先进, 价格上便宜, 使用维护方便的新产品很有必要。

本文结合电力系统时有发生合闸线圈烧毁现象, 在参考大量文献的基础之上, 提出一种解决方案, 设计出一个能够实现低压合闸回路监视和合闸线圈保护的电路。在一定电压级别发生故障的时候, 由于断路器操作机构卡死或者断路器辅助触点切换不正常, 导致合闸线圈回路不能及时断开, 线

圈面临烧毁危险时, 本文所设计的保护能够及时启动, 切断合闸回路, 避免合闸线圈的烧毁; 而当电力系统正常工作时, 此保护装置则可以监视合闸回路的正常运行情况。

## 1 工作原理

合闸线圈的保护电路包括以下几个环节: 采样环节、延时环节、控制节点输出环节和自保持环节。

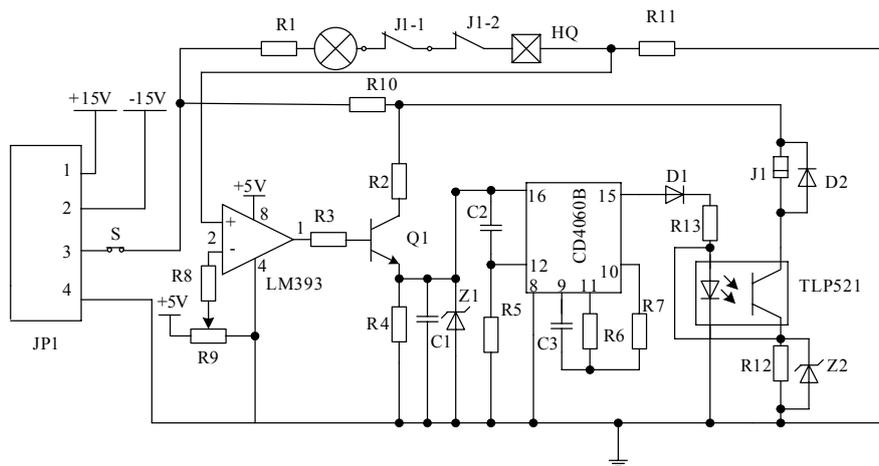


图 1 合闸线圈的保护电路图

Fig.1 Protection circuit of closing coil

电流信号经过霍尔元件 JP1 采样后经 3 脚输出一个电流信号。正常工作时由于电流很小, 因此在 R11 产生的压降也较小, 比较器的同向输入端的电压低于反向输入端的电压, 因此比较器的输出为低电平, 保护回路不启动, 电流经电阻、指示灯和合闸线圈构成回路。此时指示灯亮, 表明电路处于正常工作状态。

当系统发生故障时, 在电路中会出现一个很大的电流, 霍尔元件 JP1 的输出电流就会增大很多。在 R11 产生的压降也较大, 比较器的同向输入端的电压高于反向输入端的电压, 比较器的输出为高电平, 保护回路启动加在开关管 Q1 的基极信号也变为正向电压, 此时 Q1 导通, 启动延时环节, 在一定延时后, 保护电路就会启动, 断开继电器的常闭触点, 使合闸线圈回路从系统中退出, 避免合闸线圈长时间通过大的电流而烧毁。

当 4060 的延时时间到时, 如果故障还没有排除, 4060 的输出就会变为低电平, 继电器的常闭触点就会复位, 合闸线圈中又会重新有电流流过。因此很有必要为保护系统的电路增设自保持电路, 为保护系统增加自保持功能。本设计的自保持电路由稳压管 Z2 和电阻 R12 反向并联, 接在 TLP521 的 1

采样电路是实现采集合闸回路的电流信号来了解断路器的工作状态; 延时环节是通过一定的控制手段在滞后的一段时间内启动保护装置来保护合闸线圈; 控制节点输出环节主要实现的是在必要时跳开合闸线圈回路来保护合闸线圈; 自保持电路能够确保采延时电路没有输出的情况下, 继电器的常开触点不至于返回。其具体电路如图 1 所示。

端上, 并通过二极管 D1 和 4060 芯片隔离开, 防止继电器 J1 的两个触点闭合启动 J1 后, 电流逆冲到 4060 芯片的输出端口。当 J1 动作时, 流过 J1 的电流经过 R12 入地, 并在稳压管上形成一个 5V 的正向偏置电压。这个电压通过经 TLP521, 形成一个自保持电路。这样, 就有效确保采样电路没有采样信号的情况下, 继电器 J1 的两个触点不至于返回。

S1 为复位键, 在待保护系统的故障排除后, 按下 S1, 断开电源和保护系统的通路, 4060 芯片、继电器 J1 都不再带电, J1-1 和 J1-2 闭合, 系统恢复供电, 保护重新进入监视合闸回路状态。

## 2 延时时间的计算

延时电路用一个 RC 振荡电路给 4060 芯片提供输入时钟脉冲。电容 C3 和 4060 芯片的时钟输出端连接, R7 和反相时钟输出端连接, R6 和时钟输入端连接, 在振荡电路中起调节脉冲占空比的作用。C3 和 R7 产生一个周期为  $T = 2.2 \times C3 \times R7$  的脉冲信号。输出端接 4060 芯片的 Q10 端, 芯片的 8 端接地, 12 端的接线一边通过 R3 接地, 一边通过电容 C2 接稳压电路输出电压。当电源接通时, C3 充电, 给 12 端一个瞬间的高电平, 对 4060 芯片计数

器进行清零。当充电完成后，C3 相当于开路，12 端经 R3 接地，使 4060 芯片开始工作。由 C3 和 R7 产生的输入时钟脉冲信号经过分频，输出一个周期  $T_1 = 210T$  的脉冲。考虑到图中合闸线圈控制断路器的反应时间为 200 ms 左右，取 R7 的阻值为 21 K，电容 C3 大小取为 0.01  $\mu\text{f}$ 。当取 R6 的值大约等于 R7 的三倍时，占空比为 50%。经过计算，15 端输出脉冲的周期大约为 470 ms，即延时电路延时时间为 235 ms，满足需要。

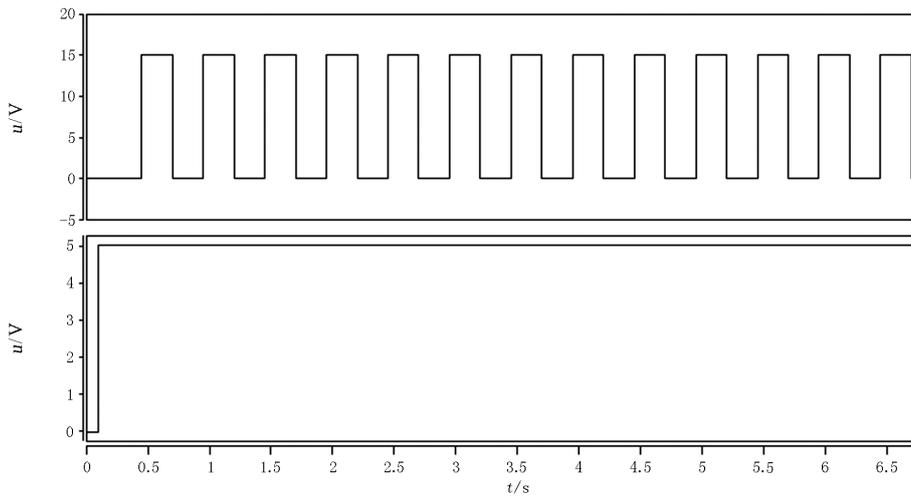


图2 LM393 芯片的输出结果与芯片 4060 的输出结果  
Fig.2 Output waves of 4060 chip and LM393 chip

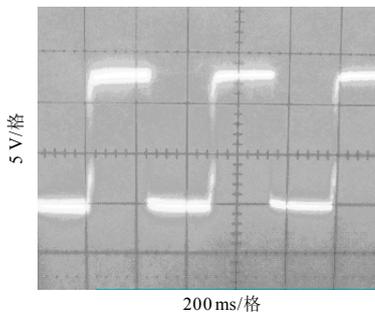


图3 4060 的输出的实验波形  
Fig.3 Output experiment wave of 4060

### 4 结论

针对电力系统中经常发生的低压合闸线圈烧毁的事故，设计出一个能够实现低压合闸回路监视和合闸线圈保护的电路。电路设计满足了系统在正常工作时，能够监视合闸电路中的工作电流，在故障状态能够及时启动保护电路，切断合闸回路，避免合闸线圈烧毁。通过对工作电路的分析、以及延时电路的参数设计和选择确定系统设计的可行性，并从仿真波形和试验输出结果验证了理论分析和参数

### 3 仿真和试验结果

图 2 为比较器 LM393 芯片 1 端的输出结果与芯片 4060 的输出结果的比较，图 3 为 4060 的输出的实验波形。从仿真输出波形，我们可以看出，4060 在短路触发信号经过一段延时后开始工作，输出波形和理论分析结果完全一致。从仿真结果和实验输出波形可以得出，该电路的设计原理是正确的，电路参数选择是合适的，完全能够满足工作需要。

选择的正确性。

### 参考文献

- [1] 康华光. 电子技术基础（模拟部分）第四版[M]. 北京：高等教育出版社，2004.
- [2] 康华光. 电子技术基础（数字部分）第四版[M]. 北京：高等教育出版社，2003.
- [3] 谷水清. 电力系统继电保护[M]. 北京：中国电力出版社，2005.
- [4] Kischefsky J A. Microprocessor Based Recloser Control: New Technology Distribution System Protection Capabilities[J]. IEEE Trans on Power Apparatus and System, 1999(10): 3030-3037.
- [5] Guenter Leohardt, Mauro Marchi, Giandomenico Livetti. Choosing the Right MV Circuit Breaker[J]. ABB Review, 2000(4): 26-34.

收稿日期：2009-03-03； 修回日期：2009-04-24

### 作者简介：

张元敏 (1963-)，男，教授，主要从事电力电子技术的教学与研究工作；E-mail: zym@xcu.edu.cn

方如举 (1975-)，男，硕士，主要研究方向为电力电子与电力传动。