

利用交流接触器实现三相电动机缺相保护的研究与应用

黎一强

(罗定职业技术学院, 广东 罗定 527200)

摘要: 对三相交流异步电动机的缺相保护, 传统的方法是采用热继电器。但在生产实践过程中, 笔者发现由于热继电器主双金属片受热膨胀的热惯性及动作机构传递信号的惰性原因, 导致其缺相保护动作不够灵敏, 对故障电流响应慢, 往往导致电动机误操作, 或不起保护作用, 造成电动机烧毁。交流接触器本身并没有缺相保护功能, 但该文利用交流接触器对缺相保护线路进行重新设计, 巧妙地利用交流接触器的欠压、零压保护功能, 对三相电动机实现了电源缺相的瞬时保护。

关键词: 电源缺相; 电动机; 热继电器; 交流接触器; 烧毁; 缺相保护

Research and application of using AC contactor to realize the phase break protection of three-phase motors

LI Yi-qiang

(Luoding Polytechnic College, Luoding 527200, China)

Abstract: Thermal relay is always adopted for phase break protection of three-phase AC induction motor. But in the engineering application, this paper finds that the thermal inertia of main bimetal heat expansion of thermal relay, and the inertia causes of action agencies sending signals will result in phase break protection to lack enough sensitivity and slow response to fault current. It consequently leads to motor misoperation or malprotection, resulting in motor to be burned. However, AC contactor itself lacks phase break protection. This paper uses AC contactor to redesign the line of phase break protection and cleverly uses the under-voltage and zero-voltage protection functions of the AC contactor to make the three-phase motors to realize the transient protection of power shortage phase.

Key words: power phase shortage; motor; thermal relay; AC contactor; burn; phase break protection

中图分类号: TM30 文献标识码: B 文章编号: 1003-4897(2008)02-0085-03

0 引言

现代生产机械常采用电动机驱动, 三相交流异步电动机是广泛应用的一种驱动设备, 如何让三相交流异步电动机安全工作是我们研究的首要问题。在工矿、企业和农村, 三相电动机因故烧毁损坏的现象很多, 据统计由于缺相因素导致电动机烧毁的比例占总数的 2/3 以上, 而缺相故障中, 电源缺相又占了总缺相故障数的 90% 左右, 一般情况下电动机的接线盒及绕组缺相的比例相当低。

三相交流异步电动机缺相运行的影响是: 电动机将无法起动, 转子左右摆动, 其它两相电流升高。若在运行中由于电网故障或一相熔断器熔断引起对称三相电源缺少一相, 电动机将在两相电源中低速运转或堵转, 定子电流将增大, 输出转矩比原来降低许多, 另外所产生的附加损耗使电动机发热, 容

易烧毁电动机绕组, 因此不允许电动机长期缺相运行。当电动机出现断相时, 应由保护装置使电动机迅速切断电源退出运行状态。

1 三相电动机传统的缺相保护电路

对三相交流异步电动机的缺相保护, 传统的方法是采用热继电器 (如 JR16-20/3D 型), 它的电路图如图 1 所示。正常工作时, 电动机受接触器 KM 控制, 接触器 KM 线圈得电吸合, 电动机得电运转; 接触器 KM 线圈失电断开, 电动机失电停车。

该电路如果是电源 L1 或 L2 发生缺相, 接触器 KM 线圈不可能得电, 电动机也不可能启动或可瞬时脱离电源, 起到缺相保护作用。如果是电源 L3 相发生缺相, 接触器 KM 线圈受 L1 和 L2 这两相电源控制不会瞬时失电还是保持吸合, 电动机不会瞬时脱离电源, 这时的缺相保护就要靠热继电器来动作。

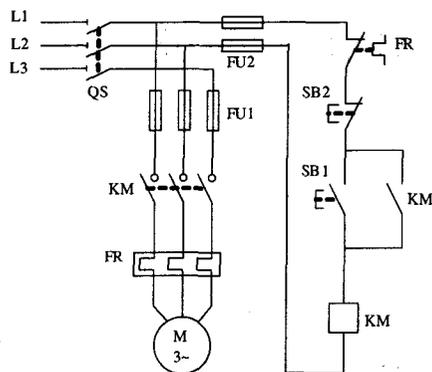


图1 热继电器缺相保护电路

Fig.1 Phase break protection circuit of thermal relay

FR 为带缺相保护装置的热继电器，它对 Y 形或 Δ 形连接的电动机的缺相均能起保护作用。热继电器它的三相热元件串接在电动机的三相主电路中，动断触点串接在控制电路的接触器线圈回路中。当电动机发生缺相时，定子绕组的电流将增大，流过热继电器三相热元件电阻丝的电流也会增大并超过热继电器的整定电流，电阻丝发热，主双金属片膨胀弯曲从而推动 FR 的动断触点断开，切断接触器 KM 线圈的电源，迫使接触器 KM 主触点断开从而切断电动机的电源，起缺相保护作用。

根据上面的分析，我们可以看到由于热继电器主双金属片受热膨胀的热惯性及动作机构传递信号的惰性原因，导致其缺相保护动作不够灵敏，对故障电流响应慢，热继电器整定电流不好设置，往往导致电动机误操作，或不起保护作用，造成电动机烧毁，影响生产的连续性，给工、农业生产造成重大损失。

热继电器在电动机缺相保护电路中的不可靠性，使其应用受到限制，被逐渐淘汰。近年来推出的一些电子型缺相保护器（或综合保护器）电路复杂，维修不便，价格昂贵而影响其推广使用。

2 可靠实用的交流接触器缺相保护电路

笔者经理论分析和推导，历经多次生产的实践，利用交流接触器自行设计、制作了一种简单、可靠、实用的缺相保护电路如图 2 所示。该线路与传统的热继电器缺相保护电路相比只是增加了一个交流接触器 KM2，保留了热继电器 FR，热继电器在该线路中只是起到电动机过载保护的作用。

常用的 CJ0、CJ10 等系列的交流接触器在 85%~105% 的额定电压时，能保证可靠工作。交流接触器线圈的电压过低，电磁机构产生的电磁吸力不足，

小于反作用弹簧的弹力，动铁心吸合不上，也就是说交流接触器的主触点处于断开状态，切断电动机的电源，故交流接触器具有欠压、零压保护功能。

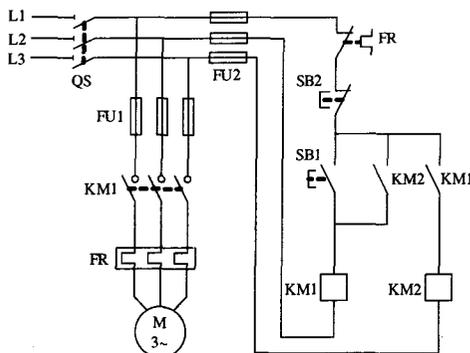


图2 交流接触器缺相保护电路

Fig.2 Phase break protection circuit of AC contactor

图 2 所示的缺相保护电路正是巧妙地利用了交流接触器的欠压、零压保护功能。该缺相保护电路正常工作时，按下启动按钮 SB1，接触器 KM1 线圈得电，接触器 KM1 的主触点闭合，电动机得电运转；同时接触器 KM1 的动合辅助触点闭合，对接触器 KM2 的线圈实现互锁；接触器 KM1 的动合辅助触点闭合后接触器 KM2 线圈得电，接触器 KM2 的动合辅助触点闭合，反过来对接触器 KM1 的线圈实现互锁，维持接触器 KM1 在电压正常时的正常工作。

如果是电源 L2 相发生缺相，接触器 KM1 线圈的电流构不成回路，接触器 KM1 的主触点及辅助触点立刻分断，从而对电动机实现瞬时的缺相保护，接触器 KM1 的互锁动合辅助触点复位切断接触器 KM2 线圈的电源，整个控制线路处于断电状态符合缺相保护的控要求。

如果是电源 L3 相发生缺相，接触器 KM2 线圈的电流构不成回路，接触器 KM2 的互锁动合辅助触点复位切断接触器 KM1 线圈的电源，接触器 KM1 的主触点及辅助触点立刻分断，从而也对电动机实现瞬时的缺相保护，整个主电路及控制线路也处于断电状态。

如果是电源 L1 相发生缺相，由图 2 的缺相保护电路可以看出，控制线路的电流可以从电源 L2 相流经接触器 KM1 线圈，到接触器 KM2 的互锁动合辅助触点及接触器 KM1 的互锁动合辅助触点，再经过接触器 KM2 线圈，最后回到电源 L3 相构成回路。好像当电源 L1 相发生缺相时，接触器 KM1 及接触器 KM2 可以继续保持吸合，没办法切断电动机的电源起不了缺相保护作用。但是当电源 L1 相缺相时，接触器 KM1 线圈与接触器 KM2 线圈为串联关系，加在接触

器 KM1 与接触器 KM2 线圈上的电压为电源 L2 相与 L3 相的线电压 380 V, 每个线圈分得 190 V 电压, 只有线圈额定工作电压的 50%, 这电压小于交流接触器正常工作电压, 接触器 KM1 及接触器 KM2 的电磁机构产生的电磁吸力不足, 小于反作用弹簧的弹力。在反作用弹簧的弹力的作用下, 接触器 KM1 及接触器 KM2 的主触点及辅助触点迅速分断, 切断主电路及控制线路的电源从而也能对电动机实现瞬时缺相保护作用。

3 结论

综上所述, 交流接触器缺相保护电路不是感应电动机的故障电流, 而是跟随电源电压的变化而动作, 故它对 Y 形、 Δ 形连接的电动机或其它需要进行缺相或欠压保护的用电器均能起到保护作用, 所以该电路的适用范围更广。

4 结语

图 2 所示的交流接触器缺相保护电路, 历经多次生产的实践, 已取得了很好的成功表现。笔者原工作的单位, 地处新的经济开发区, 电网电源不是很稳定, 有一台无人看管根据生产条件自动投入工作的电动机, 就因缺相被多次烧毁, 每次缺相运行时, 热继电器都没有及时动作, 后来笔者改用了图 2 所示的保护电路, 这类事故再也没有发生过。图 2 所示的缺相保护电路, 只是增加了一个交流接触器, 其成本比电子型缺相保护器或综合保护器要低得多, 且电路简单, 线路改动少, 维修方便, 且功耗小, 对缺相故障是瞬时响应, 适用范围广, 具有良好的性价比, 应进行广泛推广使用。

(上接第 84 页 continued from page 84)

6 结论

(1) 分界负荷开关在 10 kV 架空线路上的应用, 大大减少了无故障线路的连带性的事故停电、缩小故障停电范围、缩短用户停电时间, 从而提高所带用户的供电可靠性。

(2) 分界负荷开关较好地解决了变电站 10 kV 出线发生相间短路以及单相接地故障时快速定位查找故障点的要求。

(3) 分界负荷开关在使用中存在一些问题, 如对于消弧线圈接地系统, 当线路较长时末端发生单相接地其灵敏度会受影响; 对于小电阻接地系统, 当线路发生单相接地时不能躲开瞬间接地掉闸; 该装置只能装于分支线路或末端线路上, 不能串连使

参考文献

- [1] 汤蕴璆, 史乃. 电机学(第二版)[M]. 北京: 机械工业出版社, 2006.
TANG Yun-qiu, SHI Nai. Electrical Machinery, Second Edition [M]. Beijing: China Machine Press, 2006.
- [2] 李敬梅. 电力拖动控制线路与技能训练(第三版)[M]. 北京: 中国劳动社会保障出版社, 2001.
LI Jing-mei. Electric Traction Control Lines and Skills Training, Third Edition [M]. Beijing: China's Labor and Social Security Press, 2001.
- [3] 李宏任. 实用继电器保护[M]. 北京: 机械工业出版社, 2002.
LI Hong-ren. Practical Relay Protection [M]. Beijing: China Machine Press, 2002.
- [4] 方大千. 实用继电保护技术[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2003.
FANG Da-qian. Practical Relay Protection Technology [M]. Beijing: People's Post and Telecommunication Press, 2003.
- [5] 许艳. 节电三相异步电动机断相保护器[J]. 电气时代, 2002, (5): 42-44.
XU Yan. Saving Three-phase Asynchronous Motor Breaking Protective Devices [J]. Electrical Times, 2002, (5): 42-44.
- [6] 刘利宏. 浅谈农用电机的运行与保护[J]. 农村电气化, 2002, (10): 44-46.
LIU Li-hong. On the Operation and Protection of Agricultural Motors [J]. Rural Electrification, 2002, (10): 44-46.

收稿日期: 2007-07-02;

修回日期: 2007-08-12

作者简介:

黎一强(1974-), 男, 本科, 讲师, 从事电机电器及其控制研究。E-mail: lyq181@126.com

用, 对于大分支套小分支的线路保护范围不够; 保护装置正动性难以检测。

参考文献

- [1] 北京电力公司. 继电保护及安全自动装置配置原则[Z].
- [2] 北京电力公司. 110 kV 及以下电网继电保护及安全自动装置整定计算原则[Z].

收稿日期: 2007-05-21;

修回日期: 2007-07-24

作者简介:

赵胜军(1962-), 女, 工程师, 从事变电运行、变电检修、变电自动化、继电保护定值计算等工作; E-mail: zhshj8899@sina.com

张志强(1976-), 男, 工程师, 从事继电保护运行及管理工作。