

实验 5 三相异步电动机的继电器接触器控制

实验目的

1. 学会用兆欧表测定异步电动机绕组之间以及绕组与机壳间的绝缘电阻。
2. 学习异步电动机直接起动控制电路的接线、查线和操作。
3. 学习异步电动机正反转控制电路的接线、查线和操作。

实验内容说明

1. 电动机绝缘电阻测试

电动机在日常运行中常会有线圈松动，使绝缘磨损老化，或表面受污染、受潮等引起绝缘电阻日趋下降，绝缘电阻降低到一定值会影响电动机起动和正常运行，甚至会损坏电动机危及人身安全。因此在各类电动机开始使用之前或经过霉季、受潮、重新安装之后，首先要测定各相绕组对机壳的绝缘电阻及绕组之间的绝缘电阻。绝缘电阻的测量一般用兆欧表进行，学会兆欧表的使用，在检查电机、电器及线路的绝缘情况和测量高值电阻时能给我们带来方便。

2. 电动机直接起动控制电路

在三相异步电动机定子绕组连向三相电源的主电路中接有隔离开关 **QS**，熔断器 **FU**，接触器的主触点 **KM**，以及热继电器 **FR** 的发热元件。而接触器 **KM** 的线圈则与起动按钮 **SB₂**，停止按钮 **SB₁** 及热继电器 **FR** 的动断触点串联后接到电源上构成控制电路，如图 3. 5a. 1 所示。容量较小的异步电动机通常可用接触器进行直接起动，电动机起动时，先合上隔离开关 **QS** 接通电源，然后再按下起动按钮 **SB₂**，接触器线圈 **KM** 通电，于是接触器的三对动合主触点 **KM** 闭合而使电动机起动。与起动按钮并联的接触器动合辅助触点 **KM** 也同时闭合，将起动按钮的动合触点短接，当起动按钮松开后，接触器的线圈仍能通电，从而保证电动机能继续正常工作。这种利用接触器本身的动合辅助触点使其线圈保持通电的作用称为“自锁”作用，而该辅助触点也就称为自锁触点。按下停止按钮 **SB₁**，接触器线圈断电，所有 **KM** 触点都断开，电动机就停止转动。

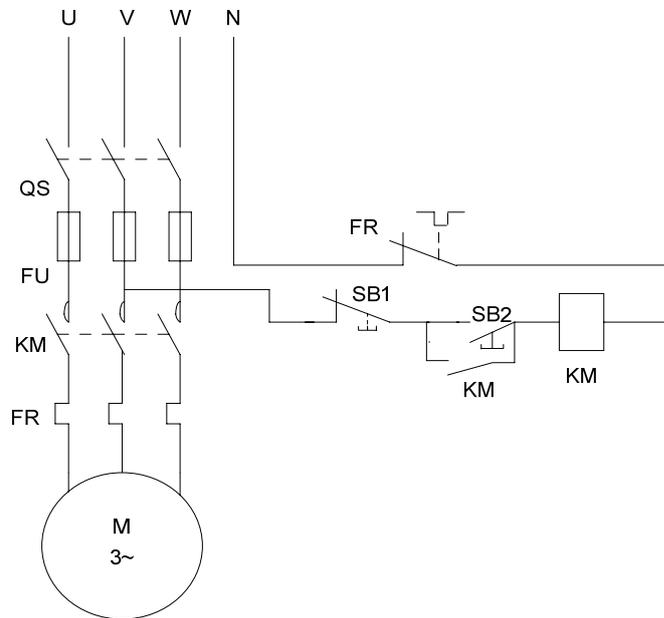


图 3. 5a. 1 电动机直接起动控制电路

如果将控制电路中的自锁触点拆除，则可对电动机实行点动控制，这时按下起动按钮 **SB₂** 时，电动机就运转，松手时就停转。

电动机在运转过程中，如果发生突然停电或电压严重下降的情况，接触器线圈 **KM** 将失电而断开所有动合触点。一旦电源恢复供电，电动机不会自行起动，必须按一下 **SB₂** 才能重新起动，因而不会造成人身和设备事故。由此可见采用接触器控制的线路，具有失压和

欠压保护作用。

在主电路中接有三个熔断器 FU ，是作电动机短路保护用的。另外还串联热继电器 FR 的三个发热元件，由于热继电器的整定电流等于电动机额定电流，当电动机过载时，电流超过额定值，经过一段时间，热继电器因发热元件过热而使与接触线圈 KM 串联的动断触点 FR 断开，线圈 KM 断电之后使所有动合触点断开，从而使电动机停转，达到过载保护的目的。

以上所讨论的控制线路只适用于工作时不需电动机反转的场合，如泵和鼓风机等。

3. 电动机正反转控制电路

吊车或某些生产机械的提升机构需要作左右上下两个方向的运动，拖动它们的电动机必须能作正、反两个方向的旋转。由异步电动机的工作原理可知，要使它反向旋转只需对调定子三根电源线中的任意两根，以改变定子电流的相序即可。为此要对异步电动机实现正、反转控制，需要用两只接触器，控制电路如图 3.5a.2 所示。

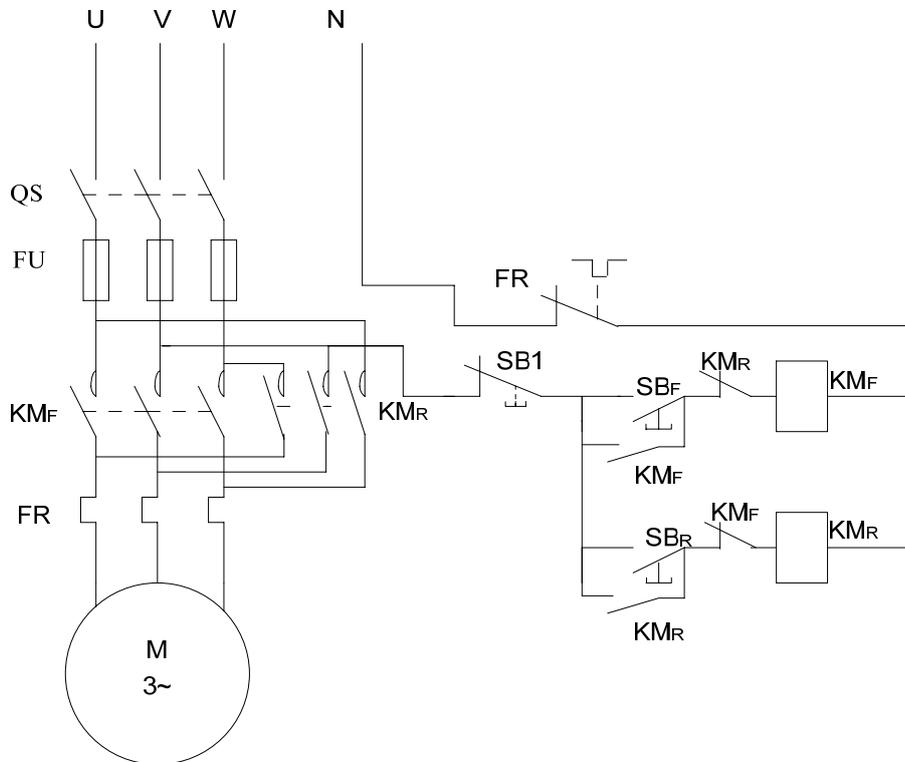


图 3.5a.2 电动机正反转控制线路

从图中主电路可见，若正转接触器 KM_F 主触点闭合，电动机正转，若 KM_F 主触头断开而反转接触器 KM_R 主触点闭合，电动机的三根电源线中有两根对调，因而反向旋转。不难看出，若正、反转接触器主触点同时闭合，将造成电源二相短路。

在控制电路中，正反转接触器的吸引线圈有各自的起动按钮与自锁触点。此外在线圈 KM_F 的电路中串有 KM_R 的一对动断辅助触点，而在线圈 KM_R 的电路中也串有 KM_F 的一对动断辅助触点。这样当按下正转起动按钮 SB_F 时线圈 KM_F 通电，使电动机正转，并且完成自锁作用。按下反转起动按钮 SB_R ，线圈 KM_R 亦不能通电，因而就排除了造成电源短路的可能性。同样在接通线圈 KM_R 通电期间，线圈 KM_F 也不能接通电源。这种依靠各自一对动断辅助触点使得一个接触器通电时另一个接触器无法同时接通的作用称作电气联锁。而用于此目的的动断辅助触点就称为联锁触点。要使电动机由正转变成反转，首先要正转接触

器 KM_F 断电，使与线圈 KM_R 串联的联锁触点（正转接触器 KM_F 的动断辅助触点）重新闭合，才有可能使线圈 KM_R 通电。也就是说在正转接触器 KM_F 通电时，必须先按停车按钮 SB_1 使 KM_F 失电，而后按反转起动按钮 SB_R 使反转接触器 KM_R 通电。

如果将上述线路中与按钮 SB_F 、 SB_R 并联的自锁触点 KM_F 、 KM_R 拆除，则可作为正反转的点动控制，点动控制时可不用停车按钮 SB_1

点动控制线路在行车及电葫芦上应用较多。

实验仪器设备

1. 三相交流异步电动机	1 台
2. 兆欧表	1 只
3. 交流接触器	2 只
4. 热继电器	1 只
5. 熔断器	3 只
6. 按钮	3 只
7. 隔离开关	1 只

实验步骤

1. 电机绕组之间以及绕组与机壳间绝缘电阻的测定

用兆欧表分别测试各相绕组始端 U、V、W 对机壳间以及各相绕组之间的绝缘电阻值，并把测量结果记录在表 3.5a.1 中。

测定时将兆欧表的接地端接至机壳（注意不要接触到涂漆之处，以免测量数据不准），另一测试端分别接到定子绕组的 U、V、W 端，然后以一定的速度摇转兆欧表手柄，并保持手柄速度不变，读出兆欧表读数。若此值大于 $0.5M\Omega$ ，表示电动机绕组对机壳间的绝缘良好；若小于 $0.5M\Omega$ ，则表示电动机通电后将有严重漏电现象，会危及操作人员安全，必须进行修理后方能使用。若要测试两相绕组之间的绝缘电阻值，只需把兆欧表的两测试端分别接到任意两相绕组的始端，用上述同样的方法摇转兆欧表手柄，读出兆欧表读数。

表 3.5a.1 电机绝缘电阻的测定

U 与 V 绕组 之间 / $M\Omega$	V 与 W 绕组 之间 / $M\Omega$	U 与 W 绕组 之间 / $M\Omega$	U 与机壳之 间 / $M\Omega$	V 与机壳之 间 / $M\Omega$	W 与机壳之 间 / $M\Omega$

由于兆欧表在被摇转时，它的两个测试端间的电压可达 500V，故在测试时需注意安全。

2. 异步电动机直接起动控制实验

按图 3.5a.1 所示线路接线，先接主电路，再接控制电路。接好线路后须经教师检查，确认线路无误方能合上隔离开关 QS，进行异步电动机直接起动（按下 SB_2 ）及停车（按下 SB_1 ）试验，注意观察交流接触器的工作情况。

起动电动机后，扳动隔离开关切断电源，使电动机停转。然后重新接通电源，观察电动机是否会自行起动（不按 SB_2 ），亦即线路是否具有失压保护作用。

切断电源，使电动机停转。拆除与起动按钮 SB_2 并联的自锁触头 KM，再重新接通电源，进行点动控制试验。

3. 异步电动机正反转控制实验

由于本实验线路复杂，在按图 3.5a.2 改接线路时，仍按主电路、控制电路两部分分别接线。

线路接好后，可用以下方法查对线路。把电源断开，在控制回路接到电源的两端用万用电表电阻档（ $R \times 10$ 或 $R \times 1$ ）测量电阻值，若控制回路及主回路中无短路之处，则万用电表指针不应发生偏转。当按下 SB_F 时，接通 KM_F ，万用表电阻不为零，万用电表指针偏转的数值与 KM_F 线圈电阻值相对应；当放开 SB_F 时，万用表指针返回 ∞ 处。如果按下 SB_F 时，万用表指针不动，应检查 KM_F 线圈电路的接线是否有错误， KM_R 动断触点是否接错或接触不良，或是 SB_F 本身接触不良。当按下 SB_R 时， KM_R 线圈接通，万用电表读数应反映 KM_R 线圈的电阻值，读数应与前次基本相等。

控制回路检查无误后，可用螺丝刀分别按下 KM_F 和 KM_R 的铁心，使其主触点闭合。此时万用电表的两次读数分别与 Y 形联结定子绕组中的两相绕组串联电阻值相对应。若铁心按下时万用电表无读数，可检查 KM_F 或 KM_R 的主触点或电动机接线端是否接触不良。如果一切都正常，可合上电源，进行异步电动机正、反转控制实验。若在实验中出现异常情

况，应立即断开电源，仔细查对相关部分线路。

按下正转按钮 **SB_F** 时，观察有关控制电器工作情况，电动机是否旋转（设此方向为正转方向）。在电动机正转时。按下反转起动按钮 **SB_R**，观察电动机是否仍继续正转。

按下停止按钮 **SB_I**，再按下反转起动按钮 **SB_R**，观察操作过程中各电器工作情况，电动机是否反转。

经过无数次“正转—停车—反转”及“反转—停车—正转”的操作后，切断电源，拆除线路。

实验报告

1. 列出绝缘电阻测定的数据表格及画出异步电动机的控制线路图。
2. 为什么在电动机开始使用之前必须要先测定其绕组的绝缘电阻？
3. 热继电器既然能对电动机进行长期过载保护，是否也能同时进行短路保护，试分析之。
4. 进行正反转控制实验时，设电动机先是正转，现按下停车按钮 SB_1 ，并立即按下反转启动按钮 SB_R 直到电动机反向稳定运转的整个过程中，电动机经历了哪些过程？
5. 若电动机轴上带有的负载惯性较大，则正转时按下停车按钮 SB_1 ，不等电动机停下，立即按反转启动按钮 SB_R ，试分析可能出现的情况。
6. 说明自锁触点及联锁触点的作用。

实验现象

1. 异步电动机直接起动控制实验

(1) 按下 **SB₂**，起动电动机；按下 **SB₁**，使电动机停转。

(2) 起动电动机后，扳动隔离开关切断电源，电动机停转。然后重新接通电源，电动机不会自行起动（不按 **SB₂**），即线路具有失压保护作用。

(3) 拆除与起动按钮 **SB₂** 并联的自锁触点 **KM**，可进行点动控制实验。

2. 异步电动机正反转控制实验

(1) 按下正转按钮 **SB_F** 时，电动机转动（设此方向为正转方向），在电动机正转时，按下反转起动按钮 **SB_R**，电动机继续正转。

(2) 按下停止按钮 **SB₁**，再按下反转起动按钮 **SB_R**，电动机反转（转动方向与正转方向相反）。

实验结果分析

1. 为什么在电动机开始使用之前必须要先测定其绕组的绝缘电阻？

答：电动机在日常运行中常会有线圈松动，使绝缘磨损老化，或表面受污染、受潮等引起绝缘电阻日趋下降，绝缘电阻降低到一定值会影响电动机起动和正常运行，甚至会损坏电动机危及人身安全。因此在各类电动机开始使用之前或经过霉季、受潮、重新安装之后，首先要测定各相绕组对机壳的绝缘电阻及绕组之间的绝缘电阻。

2. 热继电器既然能对电动机进行长期过载保护，是否也能同时进行短路保护，试分析之。

答：不能同时进行短路保护，因为短路时电流较大，热继电器的发热元件还来不及动作，电动机及其它元件已被损坏。或者在短路瞬间热继电器的发热元件及触点已经烧坏。

3. 进行正反转控制实验时，设电动机先是正转，现按下停车按钮 SB_1 ，并立即按下反转起动按钮 SB_R 直到电动机反向稳定运转的整个过程中，电动机经历了哪些过程？

答：电动机正转，按下停车按钮 SB_1 ，正转接触器 KM_F 线圈断电，电动机惯性正转，立即按下反转起动按钮 SB_R ，线圈 KM_R 通电，使电动机迅速停车并立即反转，过数秒钟后，电动机反向稳定运转。

4. 若电动机轴上带有的负载惯性较大，则正转时按下停车按钮 SB_1 ，不等电动机停下，立即按反转起动按钮 SB_R ，试分析可能出现的情况。

答：正转时按下停车按钮 SB_1 ，不等电动机停下，立即按反转起动按钮 SB_R ，电动机处于反转制动状态，定子电流较大，远超过起动电流，使保险丝熔断或保护装置动作，电源断开。

实验相关知识

预习要求

1. 阅读附录,了解兆欧表的工作原理与使用方法。
2. 熟悉正反转控制电路中各种符号的意义及其在电路中的作用。
3. 明确正反转控制线路中电气连锁的重要性。
4. 完成下列填空题及预习思考题:
 - (1)在图 3.5a.2 所示的正反转控制电路中,熔断器在电路中具有_____作用,热继电器具有_____作用。
 - (2)在正反转控制电路中,怎样避免发生两组主触头 KM_F 和 KM_R 同时接通而造成电源短路?

相关知识点

常用控制电器	E5030501
按 钮	E503050102
交流接触器	E503050103
热继电器	E503050105
熔断器	E503050106
断路器	E503050107
基本控制电路	E5030502
笼型电动机直接起动的控制电路	E503050201
笼型电动机正反转的控制电路	E503050202

注意事项

1. 异步电动机起动前，转轴上应无导线缠绕及其它物品触及。
2. 起动异步电动机时听到的声音应是均匀平滑的，并在十秒内达到额定转速。若有异常噪音或转速上不去，很可能为单相运行，应及时切断电源，进行检查。