

# **《矿山电工》实验指导书**

**牛志民 易晓郑 编**

**焦作工学院供电实验室**

**一九九七年七月**

## 实 验 须 知

实验是教学的重要环节之一。通过实验可以巩固和丰富已学到的理论知识，发现和讨论新的问题，掌握实验方法、培养操作技能。为保证实验的正常进行，提高实验质量，实验应按以下程序和要求进行。

1、实验前要对实验内容进行预习，了解实验的目的，弄清所需仪器设备的规格、性能及使用方法。

实验时按实验接线图接线，接线要整齐清晰，线路接好后必须经指导教师检查，才能接通电源进行实验。对所用仪器设备不得随意进行调整、拆开。

3、按实验步骤逐项进行实验，每项实验完毕，应将数据交指导教师检查，然后拆除线路，再进行下一项实验。

4、实验过程中，改变接线必须拉开电源，如遇异常事故，要立即切断电源，事故损坏仪器设备，按学校规定处理。

5、实验完毕，应将全部数据交指导教师审阅后再拆除接线，并将仪器设备放回原处。

6、实验报告按规定内容按期完成，交指导教师批阅。

## 目 录

### 实验须知

|     |                      |    |
|-----|----------------------|----|
| 实验一 | 变压器中性点接地方式的研究.....   | 1  |
| 实验二 | 接地电阻的测定.....         | 3  |
| 附   | 2C—18型接地电阻测量仪.....   | 5  |
| 实验三 | JY—82型漏电继电器特性试验..... | 7  |
| 实验四 | 矿用及隔爆高压开关结构的研究.....  | 9  |
| 实验五 | 交流接触器及控制系统的研究.....   | 10 |
| 实验六 | 矿用隔爆型磁力起动器试验.....    | 12 |

## 实验一 变压器中性点接地方式的研究

### 一、实验目的：

1、掌握变压器中性点接地、不接地系统中，人触击电网一相或单相接地时，接地电流的测定方法。

2、观察人触击一相或单相接地时，接地电流的大小。

3、了解电网参数改变对人体触电电流的影响。

### 二、实验内容及步骤：

1、如图1所示为变压器中性点直接接地系统。图中B为变压器， $R_f$ 为人体模拟电阻， $r$ 为电网绝缘电阻，C为电网分布电容， $R_d$ 为熔断器。

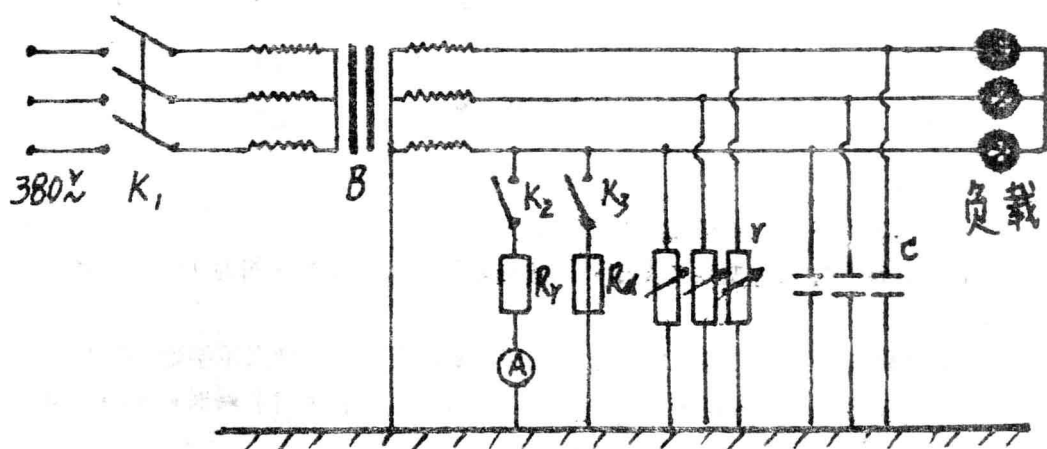


图1 实验接线图

按上图接线，经指导教师检查后方可送电，合上 $K_1$ 、 $K_2$ ，测量并记录当人（人体模拟电阻 $R_f$ ）触击电网一相时，通过人体的电流。然后将电网对地绝缘电阻 $r$ 和分布电容C去掉，再观察人体触击电网一相时，通过人体的电流是否变化。

断开 $K_2$ ，合上 $K_3$ ，观察电网单相直接接地时，接地电流产生火花的情况。

2、如图2所示为变压器中性点不接地系统实验接线图。

当不考虑电网分布电容时（C不接入电网），合上 $K_1$ 、 $K_2$ ，观察并记录当人触击电网一相时，通过人体的电流。然后改变电网对地绝缘电阻 $r$ ，观察并记录通过人体电流的变化情况。再断开 $K_2$ ，合上 $K_3$ ，观察并记录电网单相直接接地时，接地电流随电网对地绝缘电阻 $r$ 改变的变化情况，并观察一下电网单相直接接地时的火花大小，与中性点接地时比较一下。

当考虑电网分布电容时(将C接入电网)，重复上述步骤，并与其比较。

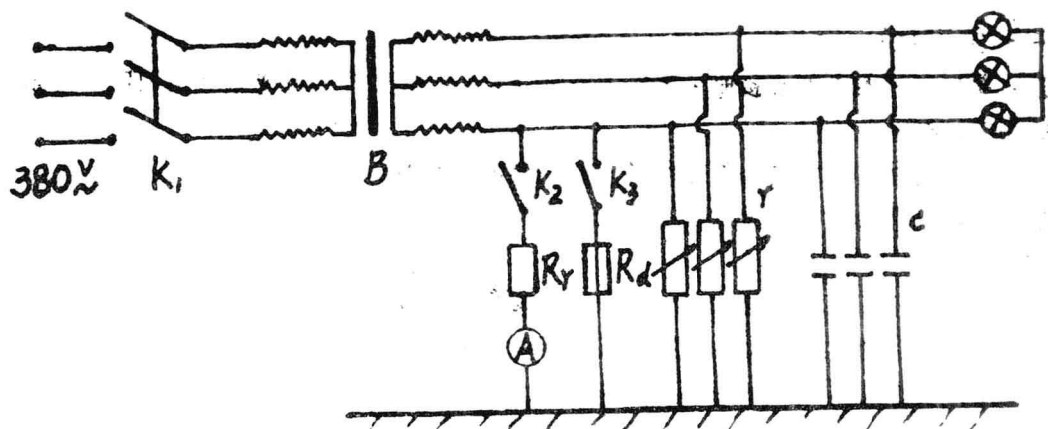


图 2 实验接线图

### 三、实验报告：

- 1、列出各种情况下的记录数据及观察到的现象。
- 2、用计算的方法算出变压器接地、不接地系统人触击电网一相时的人体电流，并与实测值进行比较。
- 3、根据实验所得数据，说明煤矿井下为什么采用变压器中性点不接地系统？
- 4、对于变压器中性点不接地系统，当电网对地分布电容不可忽略时，人触击电网一相是否有危险？欲达到安全，请你提出几项措施。

## 实验二 接地电阻的测量

### 一、实验目的：

- 1、了解接地电阻测定器的构造及其作用原理，掌握其测量接地电阻的方法。
- 2、掌握伏安计法测接地电阻的方法。

### 二、实验接线图：

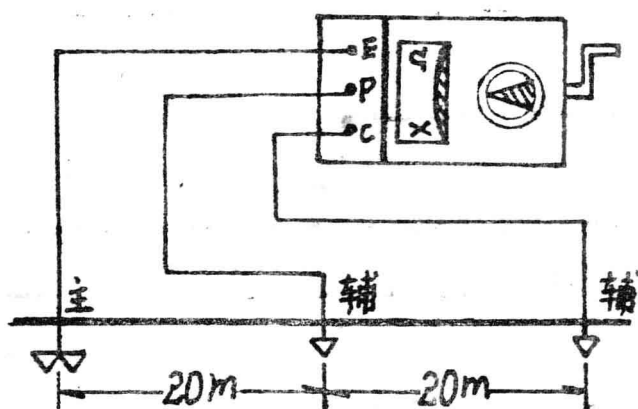


图3 利用接地电阻测定器测接地极电阻

### 三、实验步骤：

#### 1、用接地电阻测定器测接地电阻。

用导线将主接地装置及辅助接地装置与测定器E、P、C端钮相连接如图3所示。辅助接地装置（钢棒）须插入潮湿的土中，先校正测定器上的仪表指针指零，调节合适的比率，匀速地摇动手柄，使指针不超过极限位置，然后逐渐调节小刻度盘使指针指零为止，读出刻度盘上的数值，乘以相应的比率，即为主接地装置的欧姆数。

#### 2、用伏特计和安培计测定接地电阻值

按图4接好线，合闸送电，被测接地极的接地电阻  $r_d$  等于接地极的对地电压  $U_d$  与通过接地极的入地电流  $I_d$  之比，即：

$$r_d = \frac{U_d}{I_d}$$

为了使测量电流能够通过接地极，除被测接地极外，必须还有另一个接地极，为此设辅助接地极，使电源一个端子与被测接地极相连，另一个端子与辅助接地极相连，从而得到一个电流回路。电流表串接于此回路中，即可测得通过接地极的入地电流  $I_d$ 。同理，为了测对地电压，必须设第二个辅助接地极。

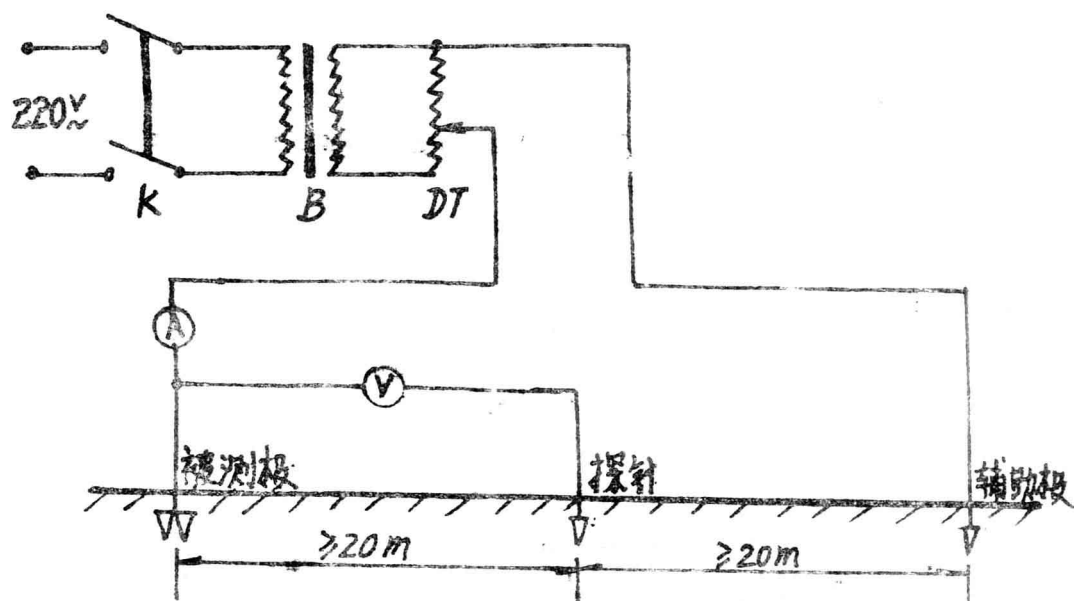


图 4 利用伏安法测定接地电阻

为了使测量结果准确，接地极和辅助接地极成直线排列时，要求间距大于20米。

#### 四、实验报告：

- 1、把两种方法测得的结果比较，说明出现差别的原因。
- 2、两种测接地电阻的方法各有何特点。

## 附 ZC—1.8型接地电阻测量仪

### (一) 主要构造及工作原理

本仪表电气原理如图 5 所示。它由手摇发电机  $P$ 、电流互感器  $LH$ 、带有刻度盘的电位器  $R_s$ 、机械整流  $Z$ 、检流计  $\mu A$ 、量程转换开关  $K_s$  及其它附件所组成。

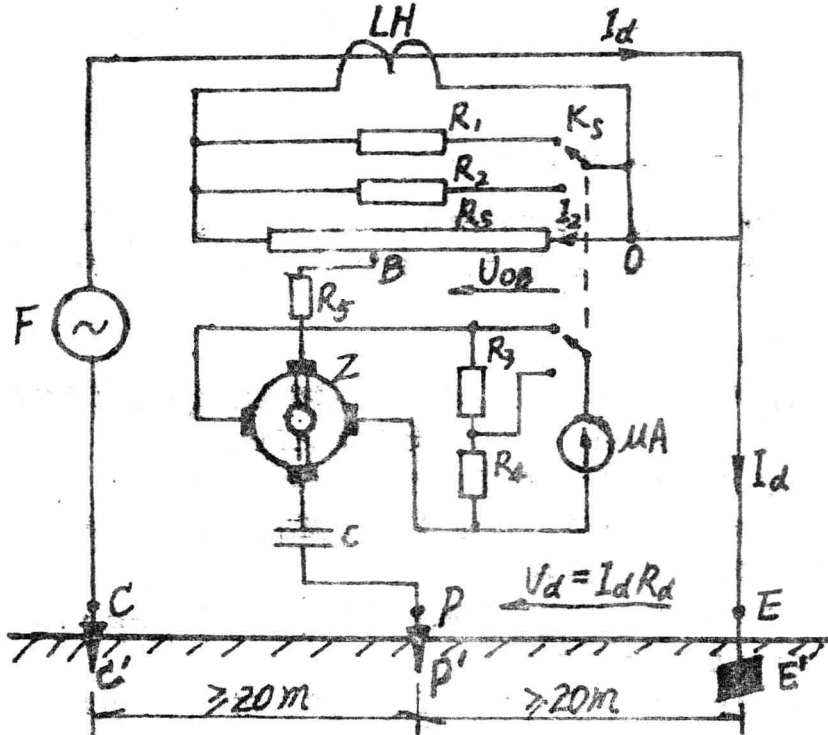


图 5

本仪表有三个接线端子：端子  $E$  接被测接地极  $E'$ ；端子  $C$  接辅助接地极  $C'$ ；端子  $P$  接探针  $P'$ 。当手摇发电机的手柄以每分钟 120 转或以上的转速转动时，便产生交流电压，在此电压作用下，经过电流互感器的一次侧，被测接地极  $E'$  和辅助接地极  $C'$  流过一个电流  $I_d$ 。探针  $P'$  设置在电位等于零的土壤中，这样端子  $E$ 、 $P$  之间的电位差便是被测接地电阻上的电压降  $U_d = I_d \cdot R_d$ ，电流互感器的二次电流在电位器  $R_s$  上也将产生电压降  $I_2 R_s$ ，在电位器可调部分（ $OB$  段）产生的电压为  $U_{OB}$ 。

为了从仪表上直接读出接地电阻，则须将  $U_d$  和  $I_d$  进行比较，为此设置了由机械整流  $Z$  和检流计  $\mu A$  所组成的比较电路。将  $U_d$  的一端通过耦合电容  $C$  接到整流器的一个输入端，将电位器  $R_s$  上可调部分的电压  $U_{OB}$  的同极性端接在整流器的另一输入端，而  $U_d$  和  $U_{OB}$  的另一端在电路上是连在一起的。这样比较电路的输入电压便等于  $U_d$  与



$U_{OB}$ 之差。通过整流子的整流作用，在检流计上便流过一个直流电流。如果我们调整电位器使  $U_{OB} = U_d$  时，比较电路的输入电压便等于零，检流计的读数也就为零。

由于  $U_d = I_d \cdot R_d$ ，  $U_{OB} = I_2 \cdot R_{OB}$ ，

当调整到  $U_d = U_{OB}$  时，则  $I_d \cdot R_d = I_2 \cdot R_{OB}$ ，

所以 
$$R_d = \frac{I_2}{I_d} \cdot R_{OB}$$

若  $I_2 = I_d$ ，则  $R_d = R_{OB}$ ，

若  $I_2 = n I_d$ ，则  $R_d = n \cdot R_{OB}$ 。

由此可知，当调整到检流计的指针零位时，电位器  $R_s$  上的电阻  $R_{OB}$  乘上适当的倍数  $n$ ，就等于被测的接地电阻值  $R_d$ 。因此在  $R_s$  的刻度盘上便可直接读出被测接地电阻的大小。

## (二) 仪器的使用方法

1) 沿被测接地极  $E'$ ，使电位探针  $P'$  和辅助接地极  $C'$  按直线彼此相距 20 m，且电位探针  $P'$  插于接地极  $E'$  和辅助接地极  $C'$  之间。

2) 用导线将  $E'$ 、 $P'$ 、 $C'$  与仪表相应端连接。

3) 将仪表放置水平位置，检查检流计指针是否指于表盘中间的零位线上，否则，可调整零位调节器，使之指于零位。

4) 将倍率标度盘拨于乘 10 倍数档，慢慢转动发电机的手把，同时转动测量标度盘，使检流计的指针返回零位为止。

5) 当检流计的指针接近零位时，加速发电机手把的转速，使其达到 120 转/分以上，调整测量标度盘，使指针指于黑线上。

6) 如测量标度盘的读数小于 1 时，应将倍率标度盘置于乘 1 的倍数档，再重新调整测量标度盘，以得到正确读数。

7) 用测量标度盘的读数乘以倍率标度的倍数，即为所测接地电阻值。

### 实验三 JY—82型漏电继电器特性试验

#### 一、实验目的：

1、观察 JY—82 型漏电继电器和 DW 80 型低压自动开关的构造及动作情况，了解其主要元件的作用及其接线，并熟悉其工作原理。

2、掌握选用直流电压抽头的方法，掌握选用补偿电抗器的抽头的方法。

3、观察零序电抗器对人体触电电流的补偿情况，了解其补偿原理。

#### 二、实验接线图，如图 6 所示。

#### 三、实验步骤：

1、按实验图进行接线，之后送电，此时 KQ 表应有指示，指示灯亮。

2、按下试验按钮 SA，人为接地，此时 DW 自动开关应立即跳闸，切断电源，否则应检查接线和调整变压器抽头。

#### 3、电容补偿试验

(1) 用纸片隔离 ZJ<sub>1</sub> 和 ZJ<sub>2</sub> 触点，则继电器不使馈电开关跳闸。

(2) 接上网络模拟电阻 r 和电容 c。

(3) 合上开关 GK，接入外接人身模拟电阻 R<sub>r</sub>，并串入毫安表。

(4) 送电，观察并记录毫安表读数。

(5) 自 1 至 9 逐步调整零序电抗器抽头，作步骤 (4)，记录对应的电流数值，画出曲线并分析之。

(6) 改变网络模拟电容数值，重做步骤 (5)，比较两次所得曲线的特征，并分析之。

#### 四、实验报告：

1、根据实验记录分析电容电流补偿到最佳状态时，为什么还有通过人体的电流？

2、输电线路长短变化应如何调节零序电抗器抽头以达到最佳补偿？

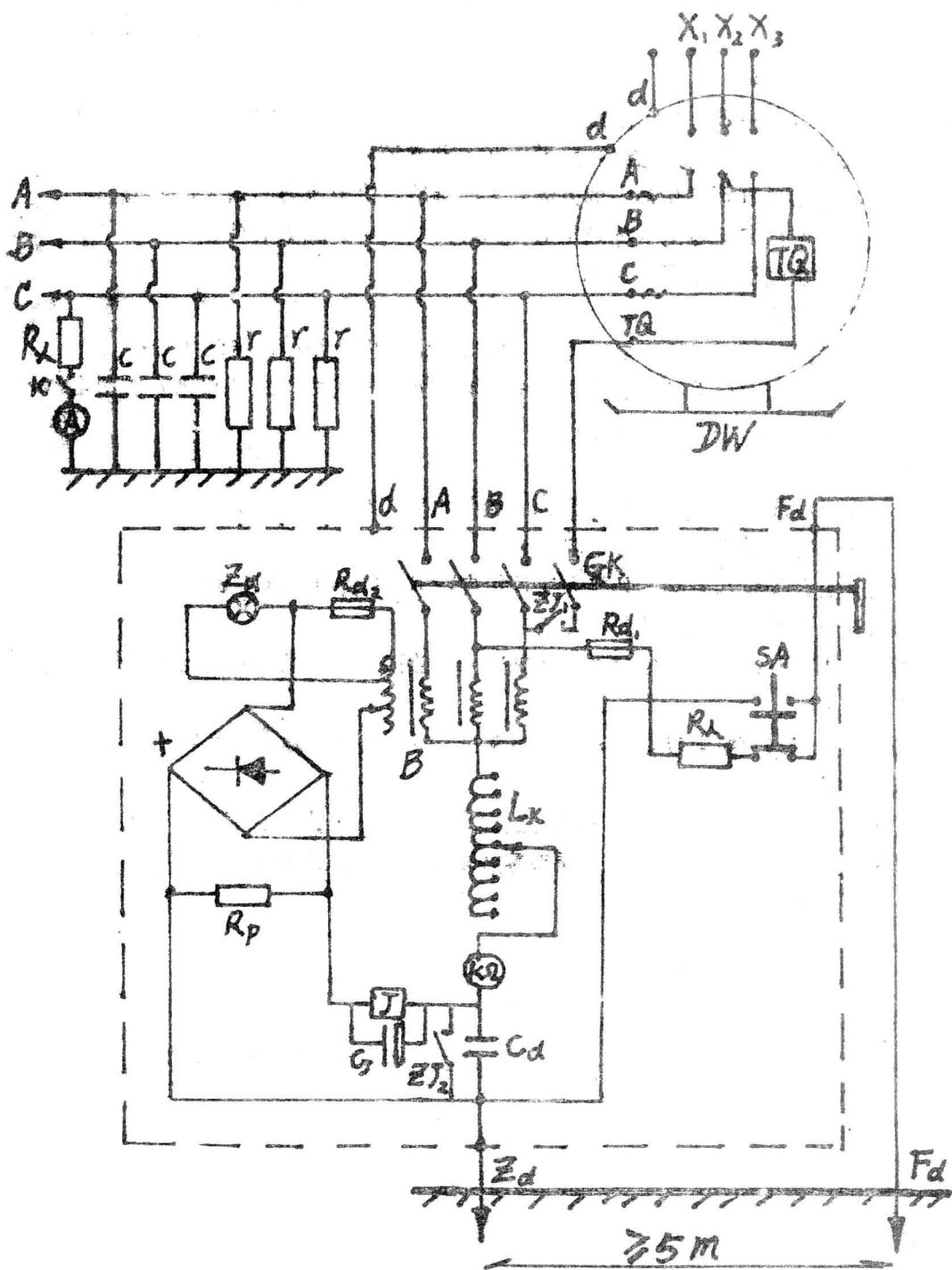


图6 JY82-2漏电继电器实验接线图

## 实验四 矿用及隔爆型高压配电箱结构的研究

### 一、实验目的：

- 1、研究一般矿用型高压配电箱的结构，闭锁装置动作原理。
- 2、研究隔爆型高压配电箱的结构，闭锁装置，了解高压配电箱的操作机构。

### 二、实验设备：

- 1、矿用一般型高压配电箱 1台
- 2、PB—2型隔爆高压配电箱 1台

### 三、实验内容及步骤：

- 1、了解矿用一般型高压配电箱的外型特征，了解它的一次回路主要元件及其在配电箱内的位置。

闭锁机构及二次过流和无压释放装置的工作原理。手操作机构分合闸动作过程。

- 2、观察隔爆型高压配电箱的外形特征，主要元件在配电箱中的位置，二次回路的接线及各个闭锁机构的结构、位置与作用。

### 四、实验报告：

- 1、画出矿用一般型高压配电箱的一、二次接线图。
- 2、简述隔爆型高压配电箱PB—2的各机械闭锁的作用。
- 3、简述两种配电箱各自的使用场所。

## 实验五 交流接触器及控制系统的研究

### 一、实验目的：

- 1、了解交流接触器、热继电器、中间继电器、时间继电器的结构及工作原理。
- 2、了解交流接触器、热继电器、中间继电器、时间继电器的用途，并掌握其在控制系统中的接线方法。
- 3、观察交流接触器、热继电器、中间继电器、时间继电器在控制系统中的动作过程。

### 二、实验内容及步骤：

- 1、观察交流接触器、热继电器、中间继电器、时间继电器的结构。
- 2、按实验接线图 7、8 所示接线，经指导教师检查无误后方可送电。

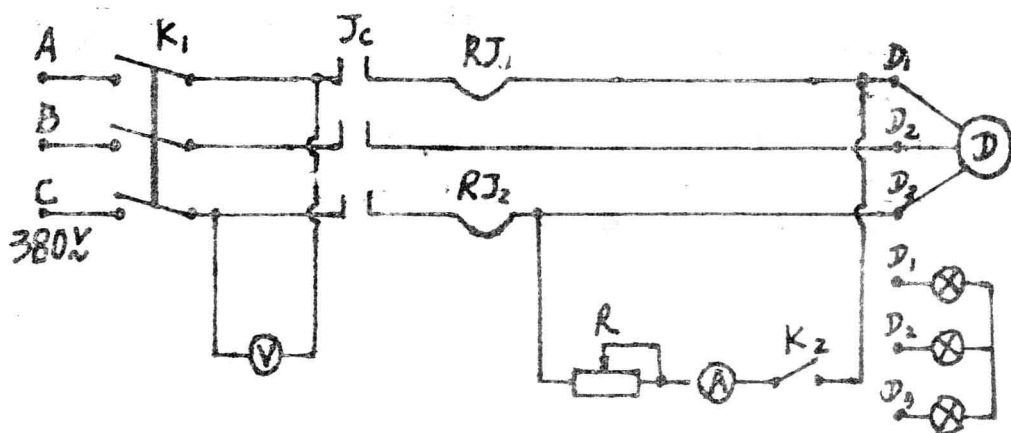


图7 一次回路实验接线图

- 3、对系统进行整定：将热继电器整定至0.8 A，时间继电器整定至2秒。
- 4、起动试验：合上 $K_1$ ，将转换开关放至“通”的位置，按下起动按钮QA，此时系统开始起动，电动机运转（或负载灯亮），观察此起动过程，并将此过程记录下来。可多起动几次，以便观察与记录。
- 5、过载试验：合上 $K_2$ ，改变滑线电阻器，使电流表读数分别为0.8 A、1 A、2 A，观察热继电器动作情况和系统断电过程，并将此过程记录下来，可多进行几次。

### 三、实验报告：

- 1、按要求对实验结果进行整理。
- 2、说明系统中，中间继电器和热继电器各起什么作用？
- 3、为什么热继电器在达到其动作电流后还要经过一定的时间才能动作？

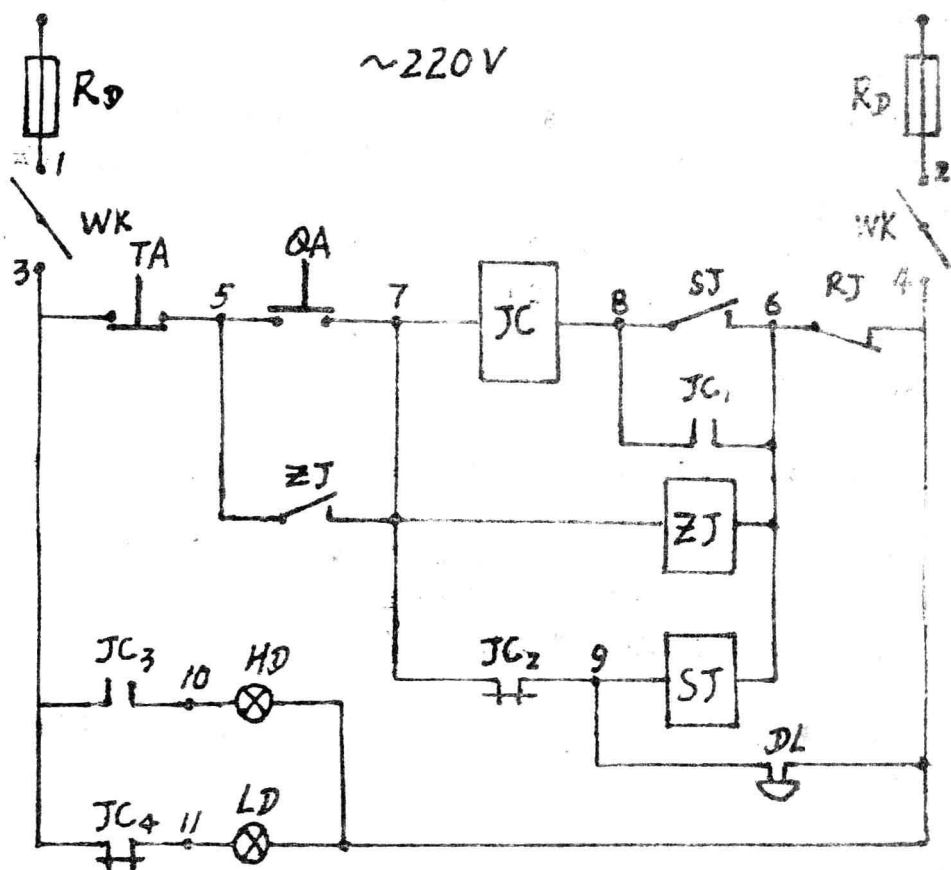


图8 二次回路实验接线图

## 实验六 矿用隔爆型磁力起动器的试验

### 一、实验目的：

- 1、了解 QC83—80、QC83—120 的结构及内部接线。
- 2、掌握 QC83—80、QC83—120 两种起动器的几种控制接线方法。

### 二、实验设备：

- 1、隔爆磁力起动器 QC83—80 一台
- 2、隔爆磁力起动器 QC83—120 一台
- 3、起动停止按钮 一个
- 4、联线若干条

### 三、实验内容及步骤：

1、观察 QC83—80 隔爆磁力起动器的构造，机械闭锁装置，隔爆面的结构，追踪电气线路。

2、观察 QC83—120 型隔爆磁力起动器的构造，机械闭锁装置，隔爆面的结构，追踪电气线路，并与 QC83—80 比较有哪些不同。

3、按下面不同的操作方式分别进行接线与操作：

A：就地控制：

(1)、接线：如图 9 所示，2 接  $d_1$ ，9 接  $d_1$ ，2 与 5 连片连接，经指导教师检查后方可送电。

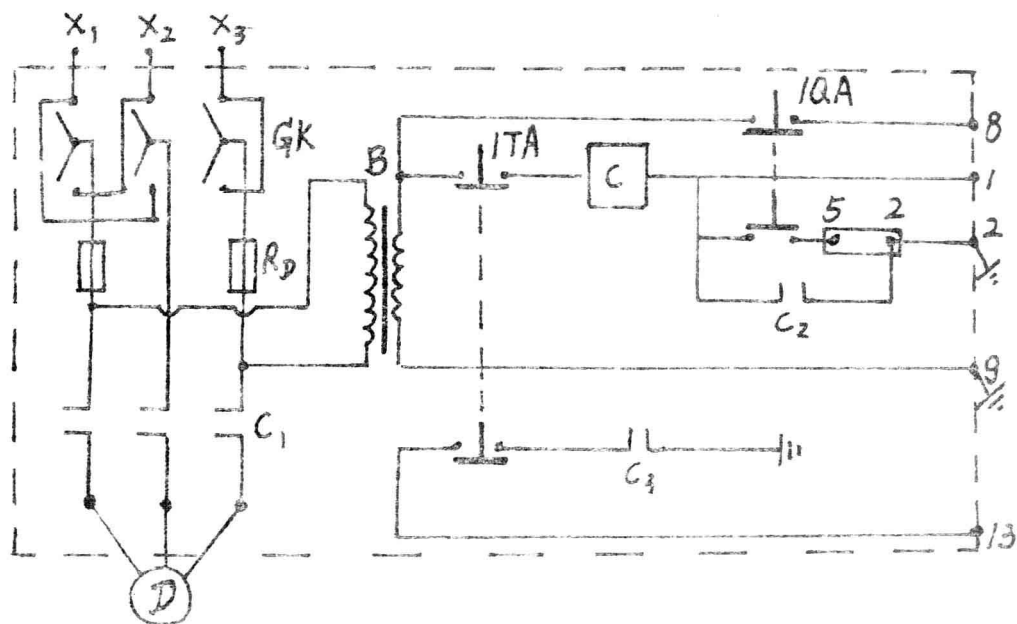


图 9 QC83—80 内部接线图

(2) 操作：将隔离开关 GK 推向“合”的位置，按起动按钮 1 QA，起动器起动，电机得电转动。再按停止按钮 1 TA，起动器失放，电机停转。

反转试验：按压住停止按钮，同时将隔离开关 GK 推向另一侧“合”的位置，按起动按钮 1 QA，电机向反方向转动。

### B、单机远方控制：

(1) 接线：参阅图 9、按图 10 所示接线。断开 2 与 5 连片，断开端子 2 与  $d_1$  的连线，并将 2 接至远方控制按钮 2 QA 与 2 TA 的公共线，断开端子 9 与  $d_2$  的连线，并将 9 接至远方控制按钮 2 TA 侧端子上。再将端子 1 接远方控制按钮 2 QA 侧端子。

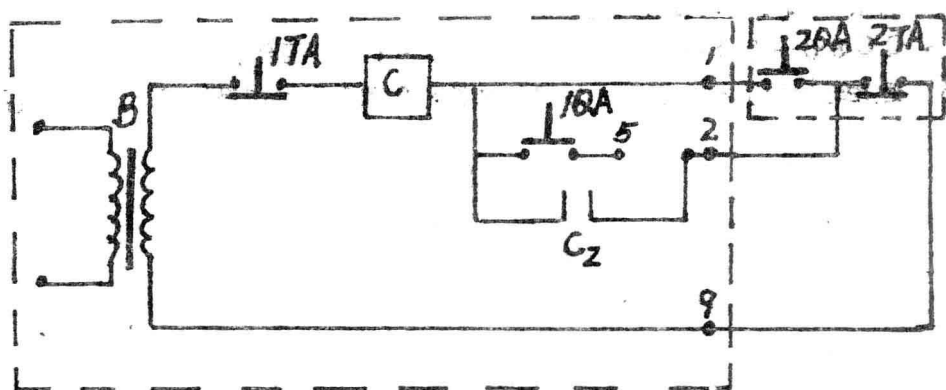


图 10 远方控制试验接线图

(2) 操作：利用远方控制按钮 2 QA 使起动器起动，电动机转动，再分别用本机按钮 1 TA 和远控按钮 2 TA 使起动器失放，电动机停转。再用本机按钮 1 QA 来起动电动机，会发生什么现象。

### C、双机联锁控制：

(1) 接线：参阅图 9，按图 11 所示接线。将上述接线全部去除，任选一台作为第

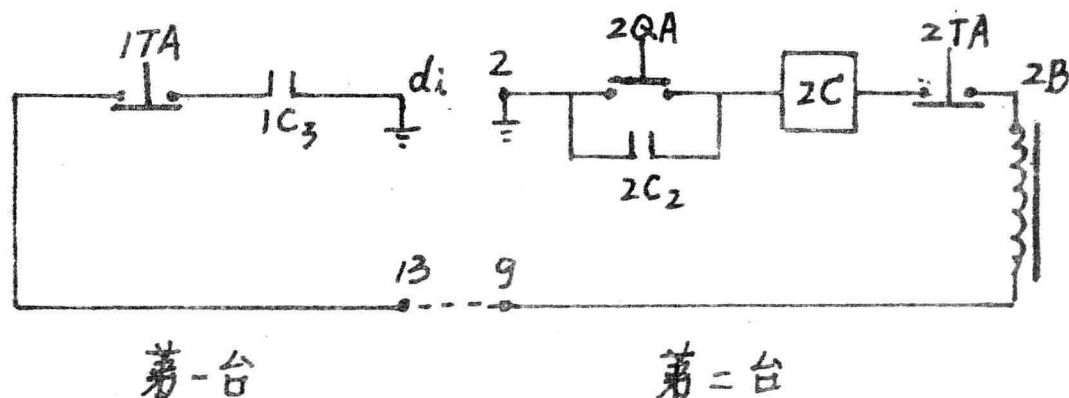


图 10 远方控制试验接线图



一合起动器。将第一台的2接 $d_1$ ，9接 $d_1$ ，2与5连片连接。第二台的2接 $d_1$ ，9接第一台的13，2与5连片连接。两台起动器的地连接。

(2) 操作：利用1 QA与2 QA使两台电动机按次序起动，利用2 TA停止第二台电动机，再将第二台电动机起动，利用1 TA同时停止两台电动机。再在第一台没有起动的条件下，起动第二台电动机，观察其现象。

#### 四、实验报告：

- 1、磁力起动器有哪些机械闭锁？用途如何？
- 2、2—5连接片有何用途？
- 3、为什么磁力起动器有欠压保护？
- 4、QC83—80磁力起动器与QC83—120有什么区别？为什么？
- 5、远距离控制1和2互换，2和9互换，9和1互换结果如何？画出接线图说明。