



杭州电子科技大学

《电机学》实验指导书

王家军，林伟杰，高发荣等修订

班 级： _____

学 号： _____

姓 名： _____

杭州电子科技大学自动化学院

2016年4月

《电机学》实验指导书目录

实验一	他励直流电动机机械特性的测定	2
实验二	他励直流电动机的制动	6
实验三	单相变压器(选做)	10
实验四	三相鼠笼式异步电动机的机械特性测定	14
实验五	三相异步电动机的起动与调速	17
附录		21

实验一 他励直流电动机机械特性的测定

一. 实验目的

1. 掌握用实验方法测取他励直流电动机的工作特性和机械特性。
2. 掌握他励直流电动机的调速方法。
3. 掌握他励直流电动机的接线方法。

二. 预习要点

1. 直流电动机的机械特性是指什么特性？
2. 直流电动机具有什么样的调速原理？
3. 熟悉他励直流电动机的接线方法。

三. 实验设备及仪器

1. NMEL-II 电力电子及电气传动教学实验台的主控制屏。
2. 电机导轨及涡流测功机、转矩转速测量装置 (NMEL-13F)。
3. 可调直流稳压电源, 包含直流电动机电源、励磁电源、电流测量仪表和电压调节旋钮 (NMEL-18A)。
4. 直流电压表、毫安表、安培表 (NMEL-06)。
5. 他励直流电动机 M03。
6. 开关板 (NMEL-05B)。
7. 三相可调电阻 900Ω (NMEL-03)。

四. 实验内容

1. 学习他励直流电动机的起动和接线。
2. 测定他励直流电动机的固有机械特性。
3. 测定他励直流电动机改变电源电压及串电阻时的人为机械特性。

五. 实验过程

1. 他励直流电动机的接线

M03 他励直流电动机的数据: 额定功率为 $P_N = 185W$, 额定电压为 $U_N = 220V$, 额定电流为 $I_N = 1.1A$, 额定转速为 $n_N = 1600r/min$, 额定励磁电压为 $U_f = 220V$, 额定励磁电流为 $I_f = 0.08A$ 。

在接线之前一定要将确保供电电源和励磁电源处于断电状态。

如图 1-1 他励直流电动机接线的步骤如下:

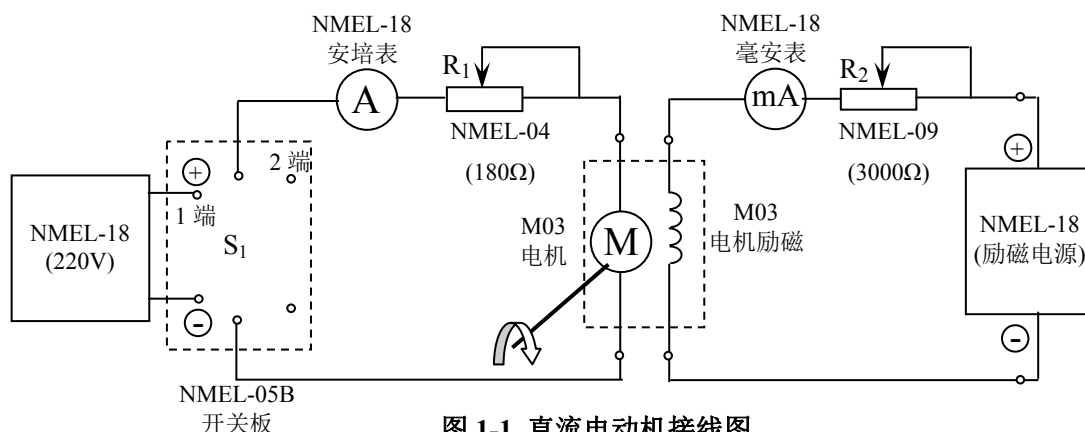


图 1-1 直流电动机接线图

(1) 直流电动机励磁支路的接线

- 1) 将 NMEL-09 的磁场调节电阻作为 R_2 顺时针调到底（最小）；
- 2) 将磁场调节电阻 R_2 串接入励磁支路；
- 3) 将 NMEL-18 的励磁电流测量仪表串入励磁支路；
- 4) 将他励直流电动机 M03 的励磁绕组串入励磁支路。

(2) 他励直流电动机电枢回路的接线

- 1) 将 NMEL-04 最上面的电阻作为 R_1 ，并将 R_1 逆时针调到底（最大）；
- 2) 将 R_1 串入他励直流电动机电枢回路中；
- 3) 将 NMEL-18 上的电枢电流测量仪表串入电枢回路；
- 4) 将开关板（NMEL-05B）作为 S_1 转接开关接入电枢回路；
- 5) 将 NMEL-18 上的电压输出端接到 S_1 转接开关上。

2. 他励直流电动机机械特性的测定

利用图 1-1 中的接线方法，将他励直流电动机的励磁支路和电枢回路接好，在开启电源前，检查开关、电阻等的设置，确保各个电阻和开关的位置是正确的。

实验步骤：

- (1) NMEL-05B 开关 S_1 合向“1”端；
- (2) 按下绿色“闭合”电源开关按钮（左下方主电源开关）；
- (3) 调节电压调节电位器，使电压输出为 220V；
- (4) 按下 NMEL-18 复位按钮，电机起动后将 R_1 顺时针调至底；
- (5) 调节 NMEL-09 上中间励磁电阻（注意保持励磁电流在 80mA 左右），使电动机的转速显示为 1500 r/min。

注意：为了安全起见，不要让电动机的转速超过 1600r/min。

为了掌握他励直流电动机的机械特性，进行如下三组实验。

(1) 测取他励直流电动机的固有机械特性

保持供电电压不变,励磁电流不变,在电枢回路不串电阻的情况下(将 R_1 顺时针调到底),调节测功机“转矩给定”,使电枢电流在额定值内变化,读取 8 组实验数据: ($I_a=0.1A, 0.2A, 0.3A, 0.4A, 0.5A, 0.6A, 0.7A, 0.8A$)。记录转速 n , 电机转矩 T_2 , 共将 8 组数据填入表 1-1 中。

表 1-1 测量数据

I_a (A)	0.1A	0.2A	0.3A	0.4A	0.5A	0.6A	0.7A	0.8A
n (r/min)								
T_2 (N.m)								

根据测量数据,请画出电动机的机械特性图。

(2) 测取他励直流电动机在串电阻情况下的机械特性

保持他励直流电动机的供电电压不变,励磁电流不变,调节电枢回路电阻,使得 $R_1=180\Omega$,调节测功机的“转矩给定”,使得电枢电流在额定值内变化,读取 8 组实验数据: ($I_a=0.1A, 0.2A, 0.3A, 0.4A, 0.5A, 0.6A, 0.7A, 0.8A$)。记录转速 n , 电机转矩 T_2 , 并将 8 组数据填入表 1-2 中。

表 1-2 测量数据

I_a (A)	0.1A	0.2A	0.3A	0.4A	0.5A	0.6A	0.7A	0.8A
n (r/min)								
T_2 (N.m)								

根据测量数据,请画出电动机的机械特性图。

(3) 测取他励直流电动机调压时的机械特性

保持他励直流电动机的励磁电流不变,电枢回路不串电阻(R_1 顺时针调到底),调节 NMEL-18 上的电压调节旋钮,使得供电电压为 $U=160V$,并保持供电电压不变,调节测功机的“转矩给定”,使得电枢电流在额定值内变化,读取 8 组实验数据: ($I_a=0.1A, 0.2A, 0.3A, 0.4A, 0.5A, 0.6A, 0.7A, 0.8A$)。记录转速 n , 电机转矩 T_2 , 并将 8 组数据填入表 1-3 中。

表 1-3 测量数据

I_a (A)	0.1A	0.2A	0.3A	0.4A	0.5A	0.6A	0.7A	0.8A
n (r/min)								
T_2 (N.m)								

根据测量数据,请画出电动机的机械特性图。

六. 实验报告

1. 请画出他励直流电动机相应实验的机械特性图。
2. 对于他励直流电动机的调压调速和串电阻调速进行对比, 并分析其优缺点。

七. 思考题

1. 为什么他励直流电动机在起动前先加额定励磁电压?
2. 起动前加励磁电压或者额定起动时, 励磁电路断线对于空载和满载会发生什么情况?
3. 如何改变他励直流电动机的转速方向?

实验二 他励直流电动机的制动

一. 实验目的

1. 掌握他励直流电动机能耗制动的工作过程及原理。
2. 掌握他励直流电动机反接制动的工作过程及原理。

二. 预习要点

1. 预习他励直流电动机能耗制动的工作原理。
2. 预习他励直流电动机的反接制动的工作原理。
3. 理解能耗制动的的时间受什么因素影响。
4. 预习他励直流电动机能耗制动和反接制动所串电阻的计算方法。

三. 实验设备及仪器

1. NMEL-II 电力电子及电气传动教学实验台主控制屏。
2. 电机导轨及转速表 (NMEL-13F)。
3. 三相可调电阻 90Ω (NMEL-04 挂箱 180Ω 电阻)。
4. 三相可调电阻 900Ω (NMEL-03 挂箱 1800Ω 电阻)。
5. 直流励磁电源 (NMEL-18A)。
6. 开关板 (NMEL-05B)。
7. 直流电压表、电流表、毫安表 (NMEL-06)。
8. 电机起动箱 (NMEL-09 挂箱 3000Ω 电阻)。
9. 数字万用表。

四. 实验内容

1. 他励直流电动机能耗制动的接线。
2. 他励直流电动机能耗制动实验数据的测量。
3. 他励直流电动机反接制动的接线。
4. 他励直流电动机电压反接制动实验数据的测量。

五. 实验过程

M03 他励直流电动机的数据：额定功率为 $P_N = 185W$ ，额定电压为 $U_N = 220V$ ，额定电流为 $I_N = 1.1A$ ，额定转速为 $n_N = 1600r/min$ ，额定励磁电压为 $U_f = 220V$ ，额定励磁电流为 $I_f = 0.08A$ 。

在接线之前一定要将确保供电电源和励磁电源处于断电状态。

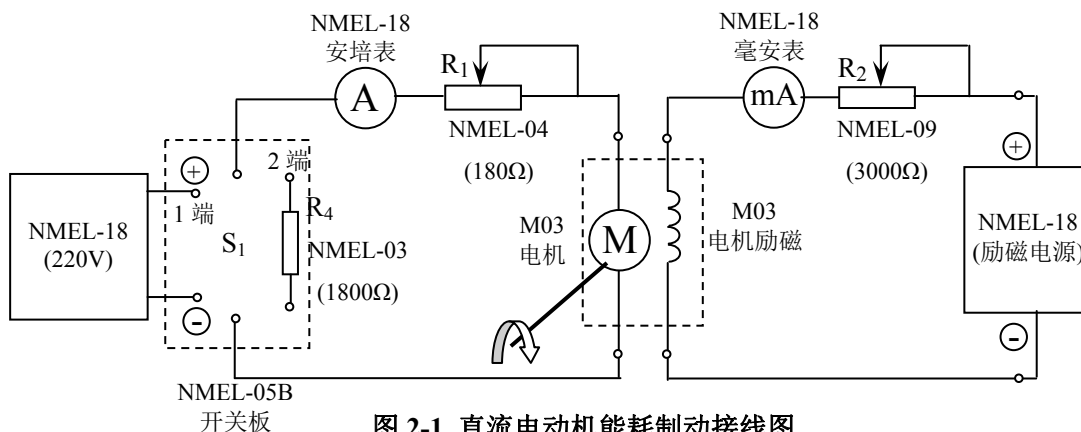


图 2-1 直流电动机能耗制动接线图

1. 他励直流电动机的能耗制动

(1) 直流电动机的励磁支路的接线

- 1) 将 NMEL-09 的磁场调节电阻作为 R_2 顺时针调到底（最小）；
- 2) 将磁场调节电阻 R_2 串接入励磁支路；
- 3) 将 NMEL-18 的励磁电流测量仪表串入励磁支路；
- 4) 将他励直流电动机 M03 的励磁绕组串入励磁支路。

(2) 直流电动机电枢回路的接线

- 1) 将 NMEL-04 最上面的电阻作为 R_1 ，并将 R_1 逆时针调到底（最大）；
- 2) 将 R_1 串入电动机电枢回路；
- 3) 将 NMEL-18 上的电枢电流测量仪表串入电枢回路；
- 4) 将开关板（NMEL-05B）作为 S_1 转接开关接入电枢回路；
- 5) 将 NMEL-18 上的电压输出端接到 S_1 转接开关上
- 6) 将 NMEL-03 最上面的电阻 R_4 ，逆时针调到底（最大），并并联在 S_1 转接开关的 2 端。

(3) 数据测量

- 1) 测功机“转矩给定”，电位器逆时针调到底；
- 2) 开关 S_1 合向 1 端；
- 3) 按下绿色“闭合”电源开关按钮（左下方主电源开关）；
- 4) 调节电压调节电位器，使电压输出为 220V。
- 5) 调节 NMEL-09 上中间电阻，使转速显示为 1500r/min；
- 6) 当电机正常运转时将开关合向 2 端，进入能耗制动，记录 R_4 电阻和制动时间；
- 7) 等电动机停止之后，依次调节 R_4 电阻，并回到第 2) 步，记录 5 组 R_4 电阻和制动时间，并填入表 2-1 中。

表 2-1 测量数据

R_4 (Ω)					
时间 (s)					

2. 他励直流电动机的反接制动

他励直流电动机反接制动的接线图，如图 2-2 所示。

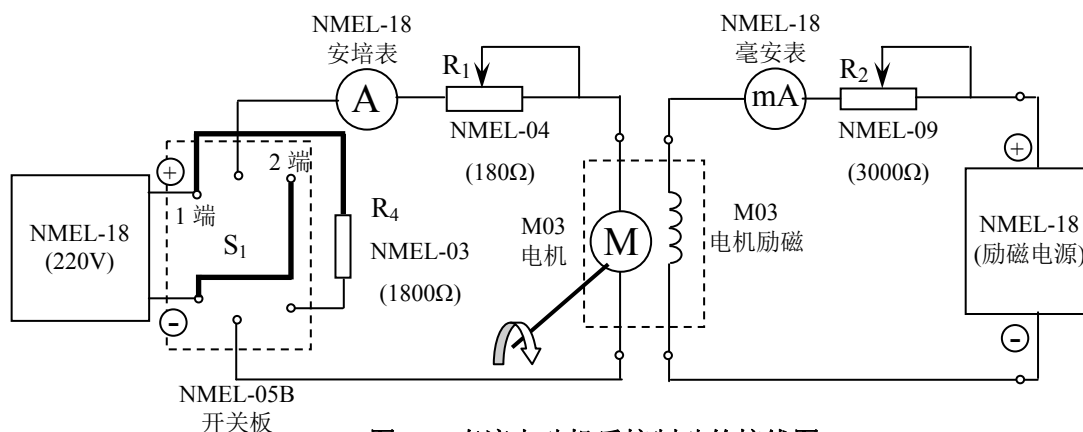


图 2-2 直流电动机反接制动的接线图

(1) 直流电动机的励磁支路的接线

他励直流电动机反接制动励磁支路的接线与能耗制动是一样的。

(2) 直流电动机电枢回路的接线

- 1) 将 NMEL-04 最上面的电阻作为 R_1 ，并将 R_1 逆时针调到底（最大）；
- 2) 将 R_1 串入电动机电枢回路；
- 3) 将 NMEL-18 上的电枢电流测量仪表串入电枢回路；
- 4) 将开关板（NMEL-05B）作为 S_1 转接开关接入电枢回路；
- 5) 将 NMEL-18 上的电压输出端接到 S_1 转接开关上，如图 2-2 所示。
- 6) 将 NMEL-03 最上面的电阻 R_4 ，逆时针调到底（最大），如图 2-2 所示。

(3) 数据测量

- 1) 测功机“转矩给定”，电位器逆时针调到底；
- 2) 开关 S_1 合向 1 端；
- 3) 按下绿色“闭合”电源开关按钮（左下方主电源开关）；
- 4) 调节电压调节电位器，使电压输出为 220V。
- 5) 调节 NMEL-09 上中间电阻，使转速显示为 1500r/min；
- 6) 调节测功机“转矩给定”，使得负载转矩 $T_L = 0.1Nm$ ；
- 7) 当电机正常运转时将开关合向 2 端，这时电动机进入反接制动状态，记录电动机的速度为零时的时间；

8) 等电动机停止之后，调节“转矩给定”，依次使得负载转矩 $T_L = 0.2Nm$ 、 $0.3Nm$ 、 $0.4Nm$ 和 $0.5Nm$ ，并回到第 2)步，记录 5 组负载转矩和制动时间，并填入表 2-2 中。

表 2-2 测量数据

T_L (Nm)					
时间 (s)					

六. 思考题

1. 为什么他励直流电动机在能耗制动时电阻越大过渡过程越长？
2. 为什么他励直流电动机在反接制动时需要增加外部电阻？

实验三 单相变压器(选做)

一. 实验目的

1. 通过单相空载和负载实验，掌握单相变压器的使用方法。
2. 通过负载实验测取单相变压器的运行特性。

二. 预习要点

1. 变压器的空载实验有什么特点？
2. 变压器的负载实验有什么特点？

三. 实验项目

1. 空载实验

- (1) 测取一次侧的电压和空载电流之间的关系 $U_0 = f(I_0)$ 。
- (2) 测取一次侧的功率损耗与空载电流之间的关系 $P_0 = f(I_0)$

2. 负载实验

变压器带纯电阻负载，保持一次侧的电压为额定电压 $U_1 = U_{1N}$ ，测取二次侧的电压与二次侧电流之间的关系 $U_2 = f(I_2)$ 。

四. 实验设备及仪器

1. NMEL-II 电力电子及电气传动教学实验台主控制屏。
2. 电流表、电压表及功率因数表 (NEEL-001A)。
3. 单相变压器 (NMCL-331A)，额定数据 220V 0.4A/ 110V 0.8A。
4. 三相可调电阻 900Ω (NMEL-03)。
5. 开关板 (NMEL-05B)。

五. 实验过程

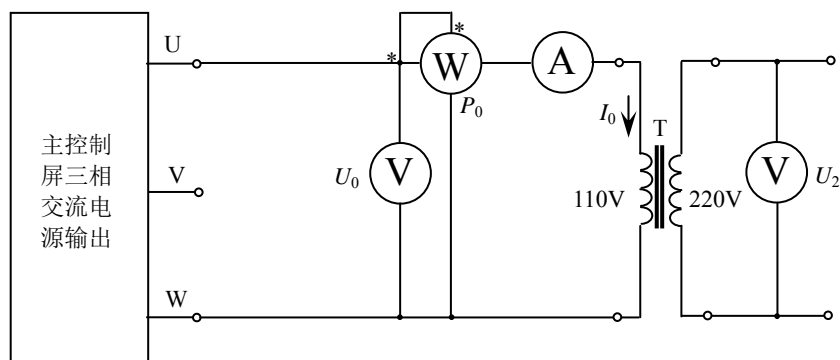


图 3-1 单相变压器空载实验接线图

1. 空载实验

实验线路如图 3-1。接线之前请将 UW 两相之间的电压表的指数调节为 110V，再断开电源线进行接线。电压调节旋钮在实验平台的左侧面。变压器 T 选用单相变压器。

(1) 空载实验的接线

1) T 变压器的高压线圈作为空载实验的输出端，将交流电压表并接在输出端之间；

2) T 变压器的低压端接在电源的 U 和 W 之间，功率表、电流表和电压表的接法如图 3-1 所示。

图 3-1 中，A 代表交流电流表，V 代表交流电压表，W 代表功率表。

功率表接线时，需注意电压线圈和电流线圈的同名端，避免接错线。

(2) 数据测量

1) 在三相交流电源断电的条件下，将调压器旋钮逆时针方向旋转到底，并合理选择各仪表量程。

2) 合上交流电源总开关，即按下绿色“闭合”开关，顺时针调节调压器旋钮，使变压器空载电压 $U_0 = 1.2U_N$ 。

3) 然后，逐次降低电源电压，在 $0.5 \sim 1.2U_N$ 的范围内；测取变压器的 U_0 、 I_0 、 P_0 ，共取 8 组数据，记录于表 3-1 中。其中 $U = U_N$ 的点必须测，并在该点附近测的点多一些。为了计算变压器的变化，在 U_N 以下测取原边电压的同时测取副边电压，填入表 3-1 中。

4) 测量数据以后，断开三相电源，为下次实验作好准备。

表 3-1 测量数据

序 号	实 验 数 据			
	U_0 (V)	I_0 (A)	P_0 (W)	U_2 (V)
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				

2. 负载实验

单相变压器负载实验的接线图如图 3-2 所示。变压器 T 低压线圈接电源，高压线圈经过开关 S_1 ，接到负载电阻 R_L 上。 R_L 选用 NMEL-03 的两只 900Ω 电阻相串联，开关 S_1 采用 NMEL-05B 的双刀双掷开关，电压表、电流表、功率表（含功率因数表）的选择同空载实验。

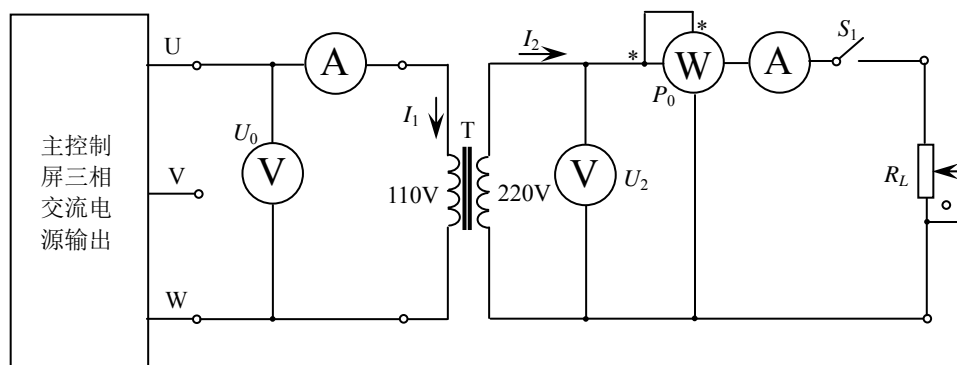


图 3-2 单相变压器负载实验接线图

(1) 负载实验的接线

1) T 变压器的高压线圈作为负载实验的输出端，负载为纯电阻负载，负载电阻 R_L 选用 NMEL-03 的两只 900Ω 电阻相串联，负载电阻 R_L 经过 NMEL-05B 的双刀双掷开关 S_1 接在变压器的二次侧；二次侧的功率表、电流表和电压表的接法如图 3-2 所示。

2) T 变压器的低压端接在电源的 U 和 W 之间，一次侧电压表和电流表的接法如图 3-2 所示。

(2) 数据测量

1) 未接通主电源前，将调压器调节旋钮逆时针调到底， S_1 断开，负载电阻值 R_L 调到最大。

2) 合上交流电源，逐渐升高电源电压，使单相变压器一次侧输入电压 $U_1=U_N=110V$ 。

3) 在保持 $U_1=U_N$ 的条件下，合下开关 S_1 ，逐渐增加负载电流，即减小负载电阻 R_L 的值，从空载到额定负载范围内，测取变压器的一次侧电流、二次侧输出电压 U_2 和电流 I_2 。

4) 测取数据时， $I_2=0$ 和 $I_2=I_{2N}=0.4A$ 必测，共取数据 6 组，记录于表 3-2 中。

表 3-2 测量数据

序号	1	2	3	4	5	6
I_1 (A)						
U_2 (V)						
I_2 (A)						

六. 注意事项

1. 在接线时一定要将电源断开。
2. 在变压器实验中，应注意电压表、电流表、功率表的合理布置。
3. 上电电压一定要从小到大。

七. 实验报告

1. 计算变压器的变比

由空载实验测取变压器的一次、二次侧电压的三组数据，分别计算出变比，然后取其平均值作为变压器的变比

2. 绘出空载特性曲线

绘制变压器空载时的电压特性 $U_0 = f(I_0)$ 和功率特性 $P_0 = f(I_0)$ 曲线。

3. 计算变压器的电压变化率

绘制变压器的外特性 $U_2 = f(I_2)$ 特性曲线，并计算二次电流为额定电流时的电压变化率。

注：电压变化率公式为 $\Delta U = \frac{U_{20} - U_2}{U_{20}} \times 100\%$

实验四 三相鼠笼式异步电动机的机械特性测定

一. 实验目的

1. 掌握三相异步电动机的基本接线方法。
2. 掌握三相异步电动机固有机械特性的测试方法。
3. 掌握三相异步电动机正、反转实现方法。

二. 预习要点

1. 预习三相异步电动机的工作原理。
2. 预习三相异步电动机的机械特性。
3. 预习三相异步电动机正、反转的实现方法。

三. 实验项目

1. 测定三相异步电动机的机械特性。
2. 实现三相异步电动机的正、反转。

四. 实验设备及仪器

1. NMEL-II 电力电子及电气教学实验台。
2. 三相鼠笼式异步电动机 M04(额定线电压 220V, 额定线电流 0.5A, 额定转速 1420n/min)。
3. 交流电压表、电流表和功率因数表 (MEL-02T)。
4. 电机导轨及涡流测功机、转矩转速测量装置 (NMEL-13F)。
5. 三相可调电阻器 900 Ω (NMEL-03)。
6. 开关板 (NMEL-05B)。

五. 实验过程

1. 三相鼠笼式异步电动机固有机械特性的测定

三相鼠笼式异步电动机机械特性测量电路的接线图如图 4-1 所示。

(1) 三相鼠笼式异步电动机机械特性测定实验的接线

1) 将 NMEL-05B 开关板的三刀双掷开关的左侧端子接到三相交流电源, 同时将交流电压表和交流电流表接入电路中;

2) 将 NMEL-05B 开关板的三刀双掷开关中间端子接三相鼠笼式异步电动机 M04 的三相绕组。三相鼠笼式异步电动机 M04 采用星形接法。

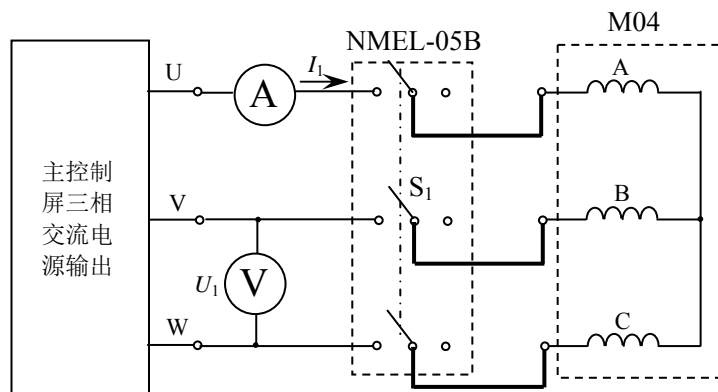


图 4-1 三相鼠笼式异步电动机的接线

3) 将三相鼠笼式异步电动机 M04 通过联轴节与测功机相连。

(2) 数据的测量

1) 将 NMEL-05B 开关板的三刀双掷开关 S1 打到左侧；

2) 起动电压前，把交流电压调节旋钮调到零点，然后接通电源，逐渐升高电压，使电机开始旋转，观察电机旋转方向，并使得电机旋转方向为正转；

3) 保持电动机在额定电压下空载运行数分钟，使机械损耗达到稳定后再进行试验。

4) 调节测功机电位器，逐步增大负载，测定电动机的 n , T , I_1 ，将得到的固有机械特性的数据填入表 4-1 中。

表 4-1 测量数据

n						
T						
I_1						

根据表 4-1 中的转速和转矩数据，画出三相鼠笼式异步电动机的固有机械特性。

2. 三相鼠笼式异步电动机正、反转实验

三相鼠笼式异步电动机机正、反转实验的接线图如图 4-2 所示。

(1) 三相鼠笼式异步电动机正、反转实验的接线

1) 将 NMEL-05B 开关板的三刀双掷开关的左侧端子接到三相交流电源，同时将交流电压表和交流电流表接入电路中；

2) 将 NMEL-05B 开关板的三刀双掷开关中间端子的右侧按照图 4-2 中的接线，将 B、C 两相进行调换；

3) 将 NMEL-05B 开关板的三刀双掷开关中间端子接三相鼠笼式异步

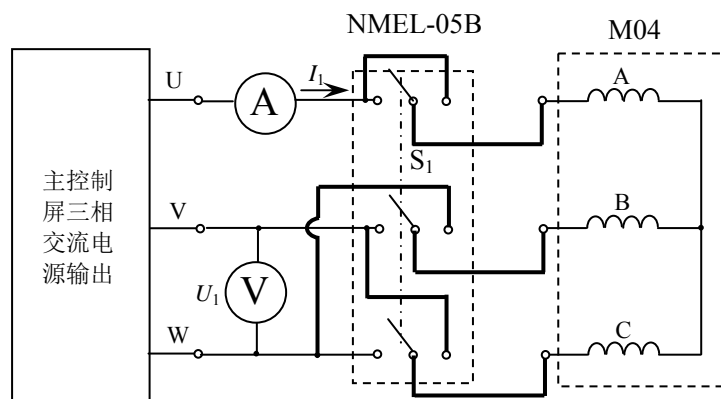


图 4-2 三相鼠笼式异步电动机正、反转接线图

电动机 M04。三相鼠笼式异步电动机 M04 采用星形接法。

4) 将三相鼠笼式异步电动机 M04 通过联轴节与测功机相连。

(2) 三相鼠笼式异步电动机正、反转实验的观察

1) 将 NMEL-05B 开关板的三刀双掷开关 S_1 打到左侧；

2) 起动电压前，把交流电压调节旋钮调节到零点，然后接通电源，逐渐升高电压到 220V，使电机开始旋转，观察电机的旋转方向；

3) 调节测功机的旋钮，使得负载转矩 $T_L = 0.1Nm$ ；

4) 等电动机转速稳定之后，将三刀双掷开关 S_1 打向右侧，电动机开始由正转向反转过渡，观察反转的过程；

5) 等电动机转速稳定之后，再次调节测功机的旋钮，使得负载转矩 $T_L = 0.2Nm$ ；

6) 等电动机转速稳定之后，将三刀双掷开关 S_1 打向左侧，电动机开始由反转向正转过渡，观察反转的过程。

六. 实验报告

1. 绘制三相鼠笼式异步电动机的固有机械特性曲线。
2. 分析三相异步电动机实现正、反转的原理。

七. 思考题

1. 三相异步电动机的负载转矩对于电动机正、反转的影响。。
2. 一般情况下，大型三相异步电动机为什么要空载启动，能否直接满载启动。

实验五 三相异步电动机的起动与调速

一. 实验目的

1. 掌握三相鼠笼式异步电动机星—三角起动的的方法。
2. 掌握三相绕线式异步电动机的转子串电阻调速方法。

二. 预习要点

1. 复习三相异步电动机有哪些起动方法和起动技术指标。
2. 复习三相异步电动机的调速方法。

三. 实验项目

1. 三相鼠笼式异步电动机的直接起动。
2. 三相鼠笼式异步电动机星—三角（Y- Δ ）转换起动。
3. 三相绕线式异步电动机转子绕组串入可变电阻器起动。
4. 三相绕线式异步电动机转子绕组串入可变电阻器调速。

四. 实验设备及仪器

1. NMEL-II 电力电子及电气传动教学实验台主控制屏。
2. 电机导轨及测功机、转矩转速测量（NMEL-13F）。
3. 电机起动箱（NMEL-09）。
5. 三相鼠笼式异步电动机（M04）。
6. 三相绕线式异步电动机（M09）。
7. 开关板（NMEL-05B）。

五. 实验过程

1. 三相笼型异步电动机直接起动

三相鼠笼式异步电动机直接起动的接线图如图 5-1 所示，电动机定子绕组采用三角形接法。

(1) 三相鼠笼式异步电动机直接起动的接线

1) 将 NMEL-05B 开关板的三刀双掷开关的左侧端子接到三相交流电源，同时将交流电压表和交流电流表接入电路中；

2) 将 NMEL-05B 开关板的三刀双掷开关中间端子接三相鼠笼式异步电动机 M04 的定子绕组。三相鼠笼式异步电动机 M04 采用三角形接法。

3) 将三相鼠笼式异步电动机 M04 通过联轴节与测功机相连。

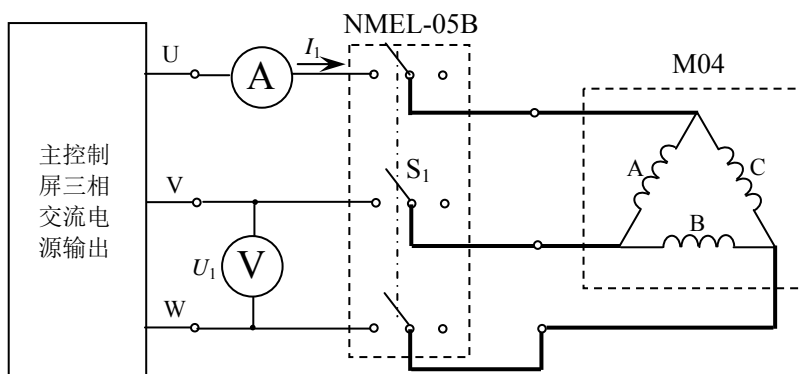


图 5-1 三相鼠笼式异步电动机的接线

(2) 数据的测量

- 1) 将 NMEL-05B 开关板的三刀双掷开关 S_1 打到左侧；
- 2) 起动电压前，把交流电压调节旋钮调节为零，按下绿色“闭合”按钮开关接通电源，逐渐升高电压到额定电压 220V，使电机起动旋转，观察电机旋转方向，如果不对，则需调换电动机任意两相的相序；
- 3) 将 S_1 打到中间，断开三相交流电源，直到电动机完全停止旋转；
- 4) 再将 S_1 打到左侧，接通三相交流电源，使电机全压起动，观察电机起动瞬间电流值 I_1 、电动机的线电压 U_1 和起动转矩 T ，记录 5 组数据并填入表 5-1 中。

表 5-1 测量数据

I_1					
U_1					
T					

2. 三相笼型异步电动机星—三角(Y- Δ)起动

三相鼠笼式异步电动机星—三角起动的接线图如图 5-2 所示，电动机刚开始起动时采用星形接法，等电动机起动完毕之后电动机的接法改为三角形接法。

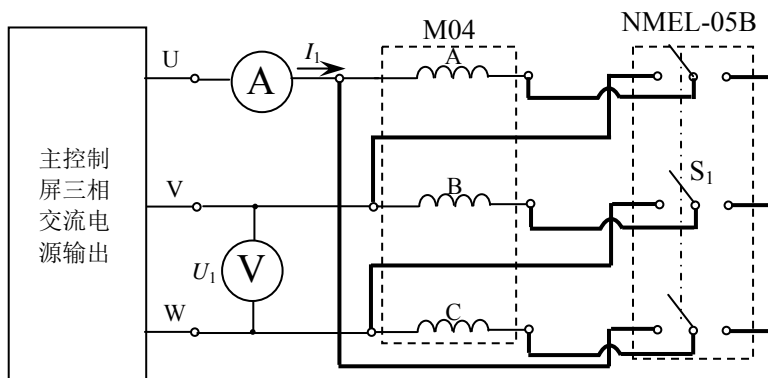


图 5-2 三相鼠笼式异步电动机星—三角起动的接线

(1) 三相鼠笼式异步电动机星—三角起动的接线

1) 三相鼠笼式异步电动机三个绕组的首端与三相交流电源相连，末端与 NMEL-05B 开关板的中间端子相连；

2) NMEL-05B 开关板左侧端子分别接电动机的 B、C 和 A 绕组的首段，NMEL-05B 开关板右侧端子全部接在一块；

3) 将三相鼠笼式异步电动机 M04 通过联轴节与测功机相连。

(2) 数据测量

1) 起动前，把三相调压器调为零，将 NMEL-05B 开关打到右侧(Y 接)；按下供电按钮，逐渐调节调压器，使输出电源电压升高至电机额定电压 $U_N=220V$ ，断开电源开关，直到电动机停转；

2) 分别将负载转矩调节为 $T_L = 0.1Nm$ 、 $0.2Nm$ 、 $0.3Nm$ 、 $0.4Nm$ 和 $0.5Nm$ ；

3) 按下电源按钮，并将 S_1 开关打到右侧(Y 接)，观察起动瞬间的起动电流，记录最大起动电流为 I_Y ，在电动机转速稳定之后，将 S_1 开关打到左侧(Δ 接)，并记录此时的最大电流为 I_Δ ，同时也记录相应的负载转矩 T_L ，并将数据填入表 5-2。

表 5-2 测量数据

T_L	0.1Nm	0.2Nm	0.3Nm	0.4Nm	0.5Nm
I_Y					
I_Δ					

3. 三相绕线式异步电动机转子串电阻器调速

三相绕线式异步电动机转子串电阻调速的接线图如图 5-3 所示。电机定子绕组采用 Y 形接法。转子串入的电阻由刷形开关来调节，调节电阻采用 NMEL-09 的绕线电机起动电阻（分 0，2，5，15， ∞ 五档）。

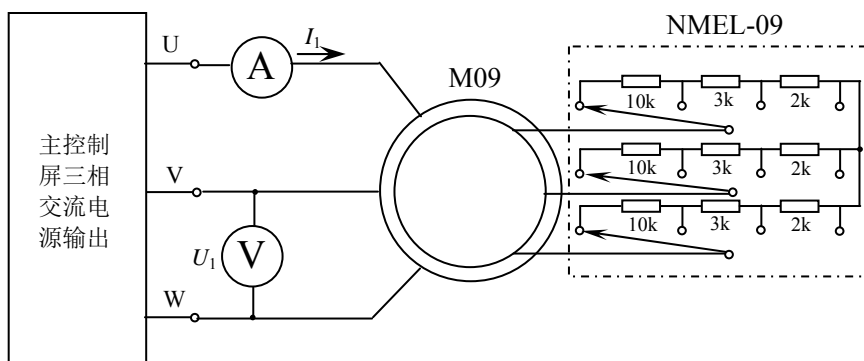


图 5-3 三相绕线式异步电动机转子串电阻的接线

实验过程可以分为如下五步。

(1) 将电机起动箱 NMEL-09 的电阻调到零；

(2) 按下供电电源的按钮，调节调压器输出电压至 $U_N=220$ 伏，使电机空载起动。

(2) 旋转负载转矩设定旋钮，将电动机的负载转矩设置为 $T_L = 0.3Nm$ ；

(3) 等电动机转速稳定，改变转子所串电阻，并记录所串电阻和电动机的转速，并将数据填入表 5-3。

表 5-2 测量数据

R_s (Ω)	0	2	5	15
n (r/min)				

六. 实验报告

1. 对比三相鼠笼式异步电动机星—三角起动与三角形直接起动的优缺点。

2. 三相绕线式异步电动机转子绕组串入电阻对电机转速的影响。

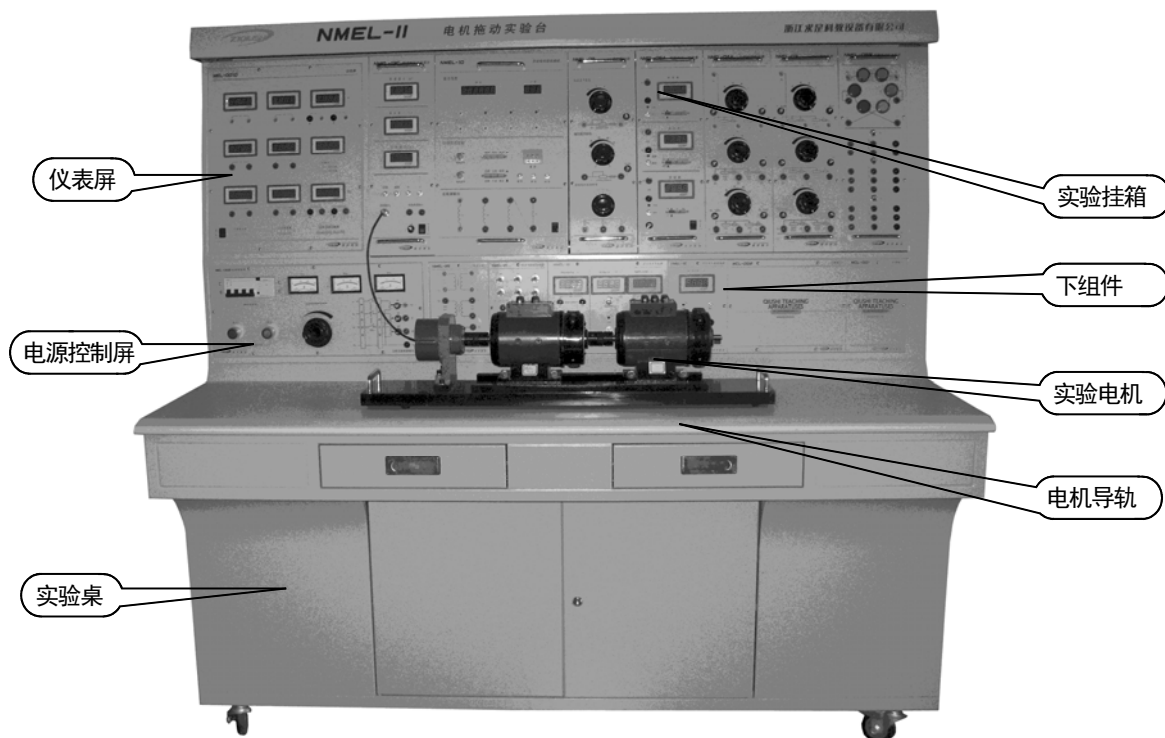
七. 思考题

1. 星—三角起动为什么能够降低三相异步电动机的起动电流？

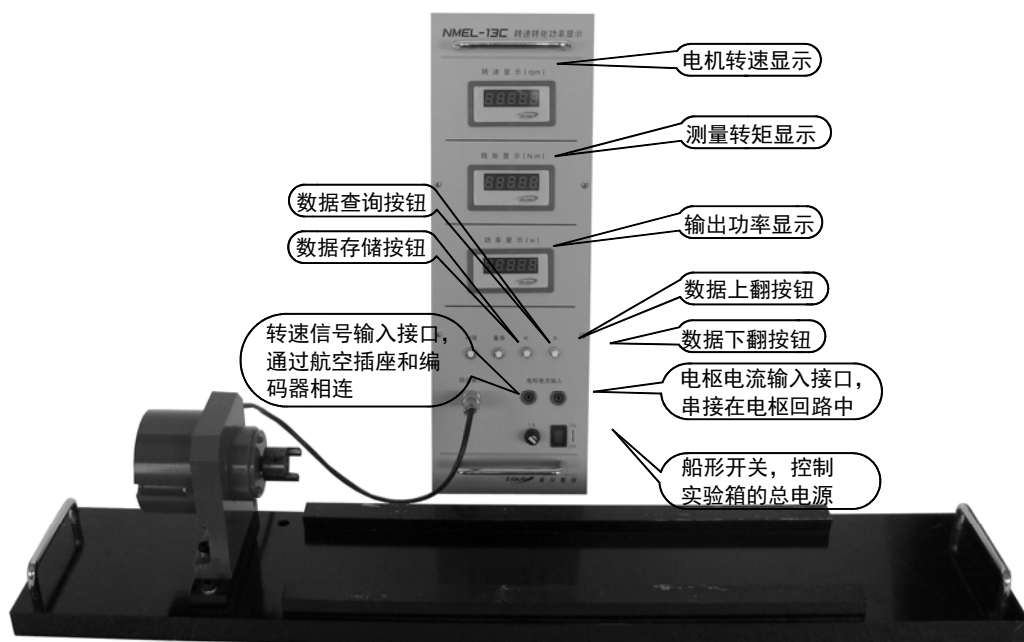
2. 三相绕线式异步电动机转子串电阻调速有什么优点？

附录：

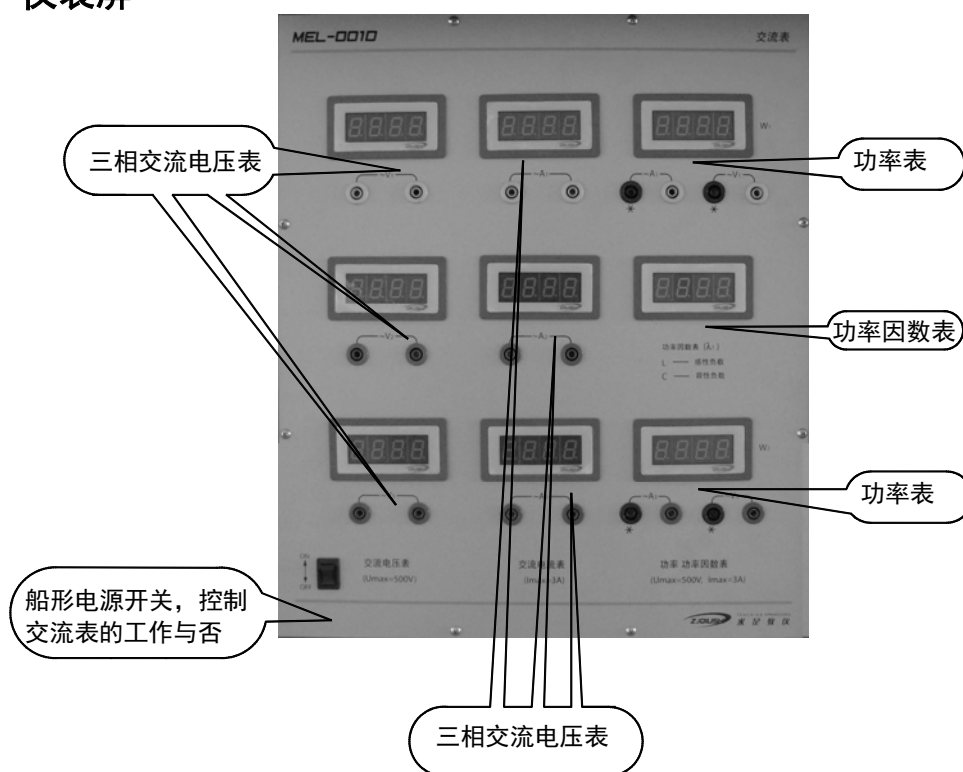
1. 实验台总体布局



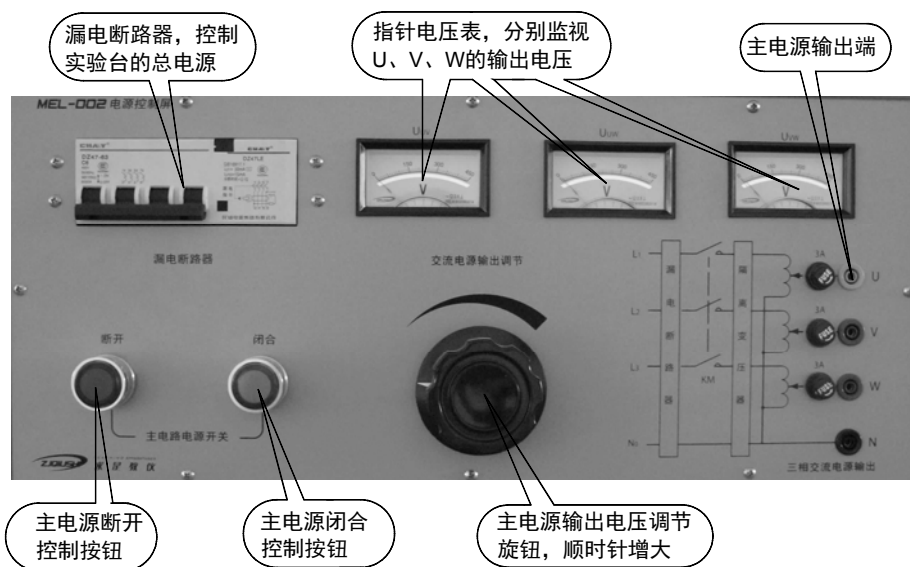
2. 测功机



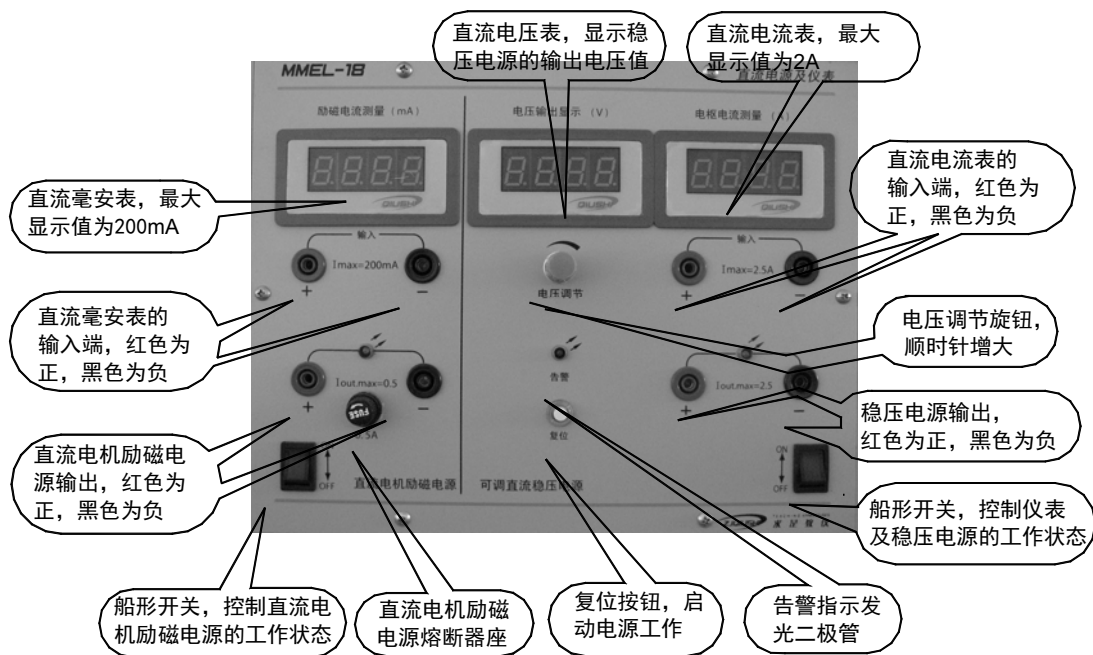
3. 仪表屏



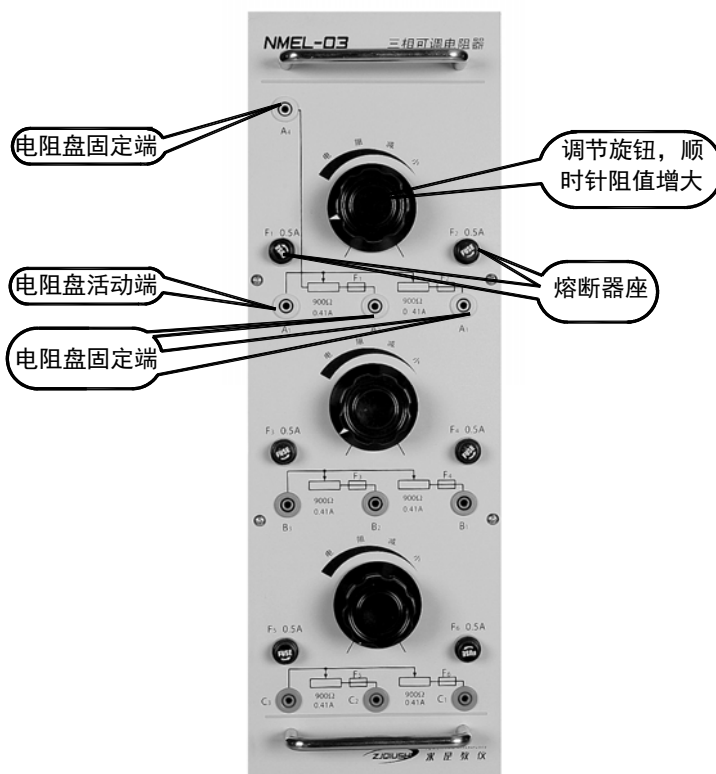
4. 电源控制屏

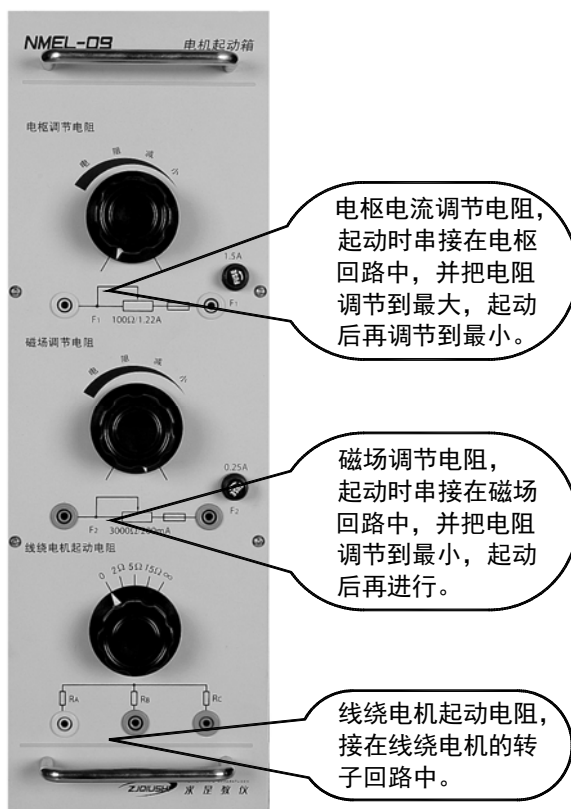


5. NMEL-18（直流电机仪表电源）



6. NMEL-03, 09（可调电阻）





7. NMEL-05B 开关板

