



南昌理工學院
Nanchang Institute of Technology

电子与信息学院

电机学

实验指导书

目 录

《电机学》课程实验报告（一）	1
《电机学》课程实验报告（二）	4
《电机学》课程实验报告（三）	7
《电机学》课程实验报告（四）	16

《电机学》课程实验报告（一）

[一、实验名称]

单相变压器空载实验

[二、实验目的]

1、通过空载和短路实验测定变压器的变比和参数。

[三、实验内容和原理]

测取空载特性 $U_0=f(I_0)$ ， $P_0=f(U_0)$ ， $\cos\phi_0=f(U_0)$ 。

[四、实验条件]

1、实验设备

序号	型号	名称	数量
1	D33	数/模交流电压表	1 件
2	D32	数/模交流电流表	1 件
3	D34-3	智能型功率、功率因数表	1 件
4	DJ11	三相组式变压器	1 件
5	D42	三相可调电阻器	1 件
6	D43	三相可调电抗器	1 件
7	D51	波形测试及开关板	1 件

2、实验接线

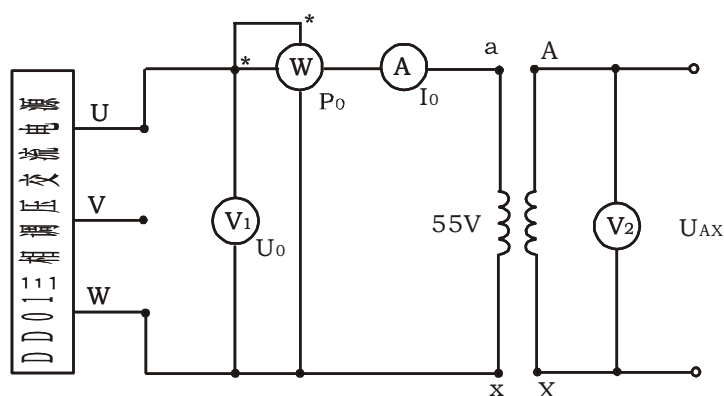


图 1-1 空载实验接线图

[五、实验过程]

1、空载实验

(1) 在三相调压交流电源断电的条件下,按图 1-1 接线。被测变压器选用三相组式变压器 DJ11 中的一只作为单相变压器,其额定容量 $P_N=77V \cdot A$, $U_{1N}/U_{2N}=220/55V$, $I_{1N}/I_{2N}=0.35/1.4A$ 。变压器的低压线圈 a, x 接电源,高压线圈 A、X 开路。

(2) 选好所有测量仪表量程。将控制屏左侧调压器旋钮向逆时针方向旋转到底,即将其调到输出电压为零的位置。

(3) 合上交流电源总开关,按下“启动”按钮,便接通了三相交流电源。调节三相调压器旋钮,使变压器空载电压 $U_0=1.2U_N$,然后逐次降低电源电压,在 $1.2\sim0.3U_N$ 的范围内,测取变压器的 U_0 、 I_0 、 P_0 。

(4) 测取数据时, $U=U_N$ 点必须测,并在该点附近测的点较密,共测取数据 7-8 组。记录于表 1-1 中。

(5) 为了计算变压器的变比,在 U_N 以下测取原方电压的同时测出副边电压数据也记录于表 1-1 中。

[六、实验结果]

表 1-1

序号	实 验 数 据				计算数据
	$U_0(V)$	$I_0(A)$	$P_0(W)$	$U_{AX}(V)$	$\cos \phi_0$

[七、实验结果分析、讨论]

1、计算变比

由空载实验测变压器的原副边电压的数据,分别计算出变比,然后取其平均值作为变压器的变比 K。

$$K=U_{AX}/U_{ax}$$

2、绘出空载特性曲线和计算激磁参数

(1) 绘出空载特性曲线 $U_0=f(I_0)$, $P_0=f(U_0)$, $\cos \phi_0=f(U_0)$ 。

式中: $\cos \phi_0 = \frac{P_0}{U_0 I_0}$

(2) 计算激磁参数

从空载特性曲线上查出对应于 $U_0=U_N$ 时的 I_0 和 P_0 值,并由下式算出激磁参数

$$r_m = \frac{P_0}{I_0^2}$$
$$Z_m = \frac{U_0}{I_0}$$
$$X_m = \sqrt{Z_m^2 - r_m^2}$$

[八、实验结论]

《电机学》课程实验报告（二）

[一、实验名称]

单相变压器短路实验

[二、实验目的]

1、通过空载和短路实验测定变压器的变比和参数。

[三、实验内容和原理]

测取空载特性 $U_0=f(I_0)$ ， $P_0=f(U_0)$ ， $\cos\phi_0=f(U_0)$ 。

[四、实验条件]

1、实验设备

序号	型号	名称	数量
1	D33	数/模交流电压表	1 件
2	D32	数/模交流电流表	1 件
3	D34-3	智能型功率、功率因数表	1 件
4	DJ11	三相组式变压器	1 件
5	D42	三相可调电阻器	1 件
6	D43	三相可调电抗器	1 件
7	D51	波形测试及开关板	1 件

2、实验接线

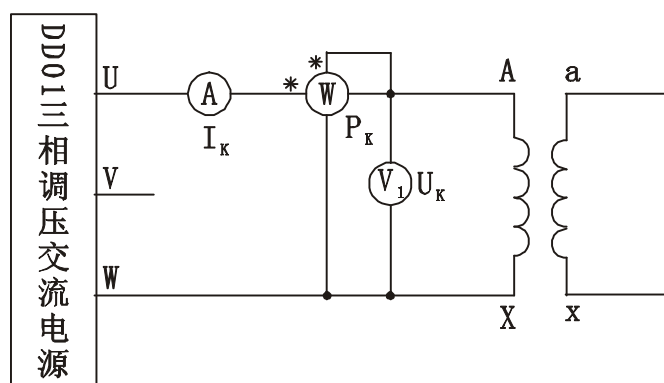


图 2-1 短路实验接线图

[五、实验过程]

(1)、按下控制屏上的“停止”按钮，切断三相调压交流电源，按图 2-1 接线（以后每次改接线路，都要关断电源）。将变压器的高压线圈接电源，低压线圈直接短路。

(2) 选好所有测量仪表量程，将交流调压器旋钮调到输出电压为零的位置。

(3) 接通交流电源，逐次缓慢增加输入电压，直到短路电流等于 $1.1I_N$ 为止，在 $(0.2\sim 1.1)I_N$ 范围内测取变压器的 U_K 、 I_K 、 P_K 。

(4) 测取数据时， $I_K=I_N$ 点必须测，共测取数据 6-7 组记录于表 3-2 中。实验时记下周围环境温度 ($^{\circ}\text{C}$)。

[六、实验结果]

表 2-1 室温 $^{\circ}\text{C}$

序号	实 验 数 据			计 算 数 据
	U_K (V)	I_K (A)	P_K (W)	$\cos \phi_K$

[七、实验结果分析、讨论]

1、绘出短路特性曲线和计算短路参数

(1) 绘出短路特性曲线 $U_K=f(I_K)$ 、 $P_K=f(I_K)$ 、 $\cos \phi_K=f(I_K)$ 。

(2) 计算短路参数

从短路特性曲线上查出对应于短路电流 $I_K=I_N$ 时的 U_K 和 P_K 值，由下式算出实验环境温度为 θ ($^{\circ}\text{C}$) 时的短路参数。

$$Z_K' = \frac{U_K}{I_K}$$

$$r_K' = \frac{P_K}{I_K^2}$$

$$X_K' = \sqrt{Z_K'^2 - r_K'^2}$$

折算到低压方：

$$Z_K = \frac{Z_K'}{K^2}$$

$$r_K = \frac{r_K'}{K^2}$$

$$X_K = \frac{X_K'}{K^2}$$

由于短路电阻 r_K 随温度变化，因此，算出的短路电阻应按国家标准换算到基准工作温度 75°C 时的阻值。

$$r_{K75^{\circ}C} = r_{K\theta} \frac{234.5 + 75}{234.5 + \theta}$$

$$Z_{K75^{\circ}C} = \sqrt{r_{K75^{\circ}C}^2 + X_K^2}$$

式中：234.5 为铜导线的常数，若用铝导线常数应改为 228。

计算短路电压(阻抗电压)百分数

$$u_K = \frac{I_N Z_{K75^{\circ}C}}{U_N} \times 100\%$$

$$u_{Kr} = \frac{I_N r_{K75^{\circ}C}}{U_N} \times 100\%$$

$$u_{KX} = \frac{I_N X_K}{U_N} \times 100\%$$

$I_K = I_N$ 时短路损耗 $P_{KN} = I_N^2 r_{K75^{\circ}C}$

[八、实验结论]

《电机学》课程实验报告（三）

[一、实验名称]

三相鼠笼异步电动机的工作特性

[二、实验目的]

- 1、掌握用日光灯法测转差率的方法。
- 2、掌握三相异步电动机的空载、堵转和负载试验的方法。
- 3、用直接负载法测取三相鼠笼式异步电动机的工作特性。
- 4、测定三相鼠笼式异步电动机的参数。

[三、实验内容和原理]

- 1、测定电机的转差率。
- 2、测量定子绕组的冷态电阻。
- 3、判定定子绕组的首末端。
- 4、空载实验。
- 5、短路实验。

[四、实验条件]

1、实验设备

序号	型号	名称	数量
1	DD03	导轨、测速发电机及转速表	1 件
2	DJ23	校正过的直流电机	1 件
3	DJ16	三相鼠笼异步电动机	1 件
4	D33	数/模交流电压表	1 件
5	D32	数/模交流电流表	1 件
6	D34-3	智能型功率、功率因数表	1 件
7	D31	直流数字电压、毫安、安培	1 件
8	D42	三相可调电阻器	1 件
9	D51	波形测试及开关板	1 件
10	DD05	测功支架、测功盘及弹簧秤	1 套

2、实验接线

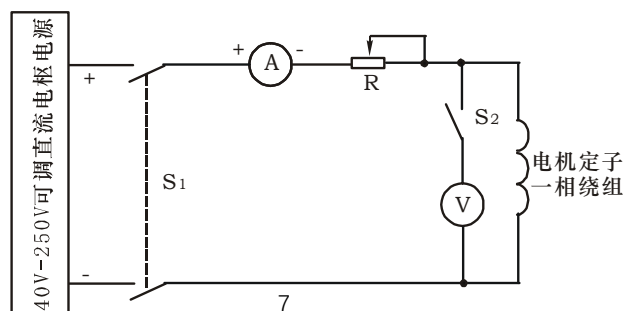


图 3-1 三相交流绕组电阻测定

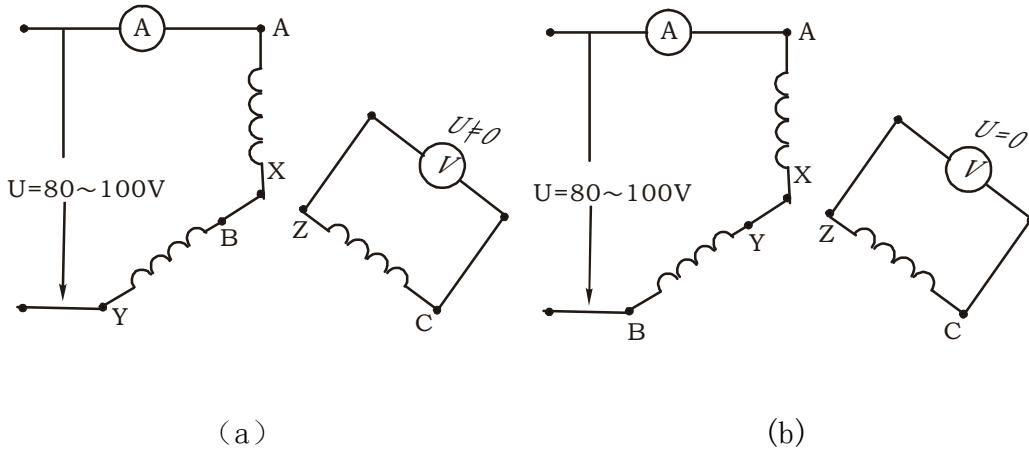


图 3-2 三相交流绕组首末端测定

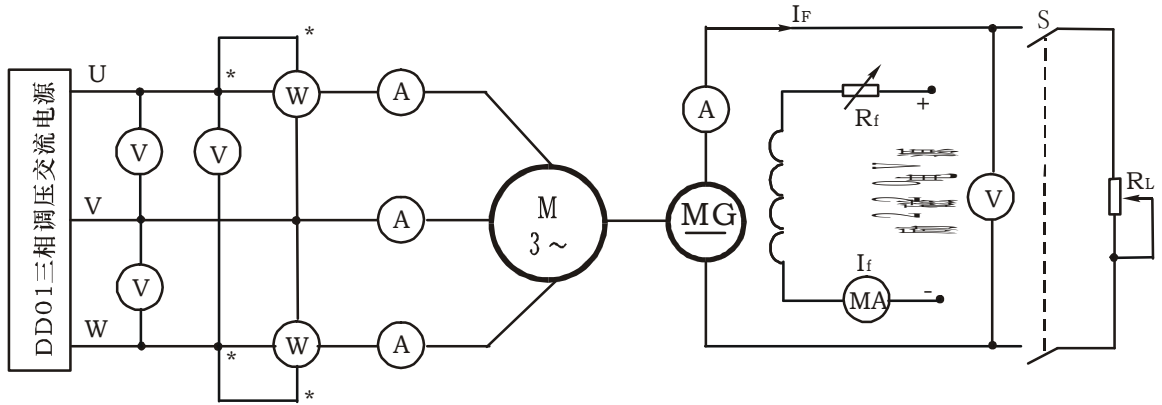


图 3-3 三相鼠笼式异步电动机试验接线图

[五、实验过程]

1、日光灯法测转差率。

日光灯是一种闪光灯，当接到 50Hz 电源上时，灯光每秒闪亮 100 次，人的视觉暂留时间约为 0.1S 左右，故用肉眼观察时日光灯是一直发亮的，我们就利用日光灯这一特性来测量电机的转差率。

(1) 异步电机选用编号为 DJ16 的三相鼠笼异步电动机 ($U_N=220V$, Δ 接法) 极数 $2P=4$ 。直接与测速发电机同轴联接，在 DJ16 和测速发电机联轴器上用黑胶布包一圈，再用四张白纸条（宽度约为 3 毫米），均匀地贴在黑胶布上。

(2) 由于电机的同步转速为 $\frac{60f_1}{P}=1500$ 转/分 = 25 转/秒，而日光灯闪亮为 100 次/秒，即日光灯闪亮一次，电机转动四分之一圈。由于电机轴上均匀贴有四张白纸条，故电机以同步转速转动时，肉眼观察图案是静止不动的（这个可以用直流电动机 DJ15、DJ23 和三相同步电机 DJ18 来验证）。

(3) 按下启动按钮，接通交流电源。打开控制屏上日光灯开关，调节控制

屏左侧调压器升高电动机电压，观察电动机转向，如转向不对应停机调整相序。转向正确后，升压至 220V，使电机起动运转，记录此时电机转速。

(4) 因三相异步电机转速总是低于同步转速，故灯光每闪亮一次图案逆电机旋转方向落后一个角度，用肉眼观察图案逆电机旋转方向缓慢移动。

(5) 按住控制屏报警记录仪“复位”键，手松开之后开始观察图案后移的个数，计数时间可定的短一些（一般取 30 秒）。将观察到的数据记录于表 3-1 中。

(6) 停机。将调压器调至零位，关断电源开关。

转差率

$$S = \frac{\Delta n}{n} = \frac{60 \times \frac{N}{t}}{60f} = \frac{PN}{tf}$$

式中 t 为计数时间，单位为秒。

N 为 t 秒内图案转过的圈数。

f 为电源频率，50Hz。

P 为电机的极对数。

(7) 将计算出的转差率与实际观测到的转速算出的转差率比较。

2、测量定子绕组的冷态直流电阻。

将电机在室内放置一段时间，用温度计测量电机绕组端部或铁心的温度。当所测温度与冷却介质温度之差不超过 2K 时，即为实际冷态。记录此时的温度和测量定子绕组的直流电阻，此阻值即为冷态直流电阻。

(1) 伏安法

测量线路图为图 3-1。直流电源用主控屏上电枢电源，可先调到 50V 输出电压。开关 S₁、S₂ 选用 D51 挂箱，R 用 D42 挂箱上 1800 Ω 可调电阻。

量程的选择：测量时通过的测量电流应小于额定电流的 20%，约小于 60 毫安，因而直流电流表的量程用 200mA 档。三相鼠笼式异步电动机定子一相绕组的电阻约为 50 Ω，因而当流过的电流为 60 毫安时二端电压约为 3 伏，所以直流电压表量程用 20V 档。

按图 3-1 接线。把 R 调至最大位置，合上开关 S₁，调节直流电源及 R 阻值使试验电流不超过电机额定电流的 20%，以防因试验电流过大而引起绕组的温度上升，读取电流值，再接通开关 S₂ 读取电压值。读完后，先打开开关 S₂，再打开开关 S₁。

调节 R 使 A 表分别为 50mA，40mA，30mA 测取三次，取其平均值，测量定子三相绕组的电阻值，记录于表 3-2 中。

注意事项：

- 1) 在测量时，电动机的转子须静止不动。
- 2) 测量通电时间不应超过 1 分钟。

(2) 电桥法

用单臂电桥测量电阻时，应先将刻度盘旋到电桥大致平衡的位置。然后按下电池按钮，接通电源，等电桥中的电源达到稳定后，方可按下检流计按钮接入检

流计。测量完毕，应先断开检流计，再断开电源，以免检流计受到冲击。数据记录于表 3-3 中。

电桥法测定绕组直流电阻准确度及灵敏度高，并有直接读数的优点。

3、判定定子绕组的首末端

先用万用表测出各相绕组的两个线端，将其中的任意两相绕组串联，如图 3-2 所示。将控制屏左侧调压器旋钮调至零位，开启钥匙开关，按下“启动”按钮，接通交流电源。调节调压旋钮，并在绕组端施以单相低电压 $U=80\sim 100V$ ，注意电流不应超过额定值，测出第三相绕组的电压，如测得的电压值有一定读数，表示两相绕组的末端与首端相联，如图 3-2(a) 所示。反之，如测得电压近似为零，则两相绕组的末端与末端(或首端与首端)相联，如图 3-2(b) 所示。用同样方法测出第三相绕组的首末端。

4、空载实验

(1) 按图 3-3 接线。电机绕组为 Δ 接法 ($U_N=220V$)，直接与测速发电机同轴联接，不联接校正直流测功机 DJ23。

(2) 把交流调压器调至电压最小位置，接通电源，逐渐升高电压，使电机起动旋转，观察电机旋转方向。并使电机旋转方向为正转(如转向不符合要求需调整相序时，必须切断电源)。

(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) 调节电压由 1.2 倍额定电压开始逐渐降低电压，直至电流或功率显著增大为止。在这范围内读取空载电压、空载电流、空载功率。

(5) 在测取空载实验数据时，在额定电压附近多测几点，共取数据 7~9 组记录于表 3-4 中。

5、短路实验

(1) 测量接线图同图 3-3。用制动工具把三相电机堵住。制动工具可用 DD05 上的圆盘固定在电机轴上，螺杆装在圆盘上。

(2) 调压器退至零，按下启动按钮，接通交流电源。调节控制屏左侧调压器旋钮使之逐渐升压至短路电流到 1.2 倍额定电流，再逐渐降压至 0.3 倍额定电流为止。

(3) 在这范围内读取短路电压、短路电流、短路功率。

(4) 共取数据 5~6 组记录于表 3-5 中。

6、负载实验

(1) 测量接线图同图 4-3。同轴联接负载电机。图中 R_f 用 D42 上 $1800\ \Omega$ 阻值， R_L 用 D42 上 $1800\ \Omega$ 阻值加上 $900\ \Omega$ 并联 $900\ \Omega$ 共 $2250\ \Omega$ 阻值。

(2) 按下启动按钮，接通交流电源，调节调压器使之逐渐升压至额定电压并保持不变。

(3) 合上校正过的直流电机的励磁电源，调节励磁电流至校正值($100mA$)并保持不变。

(4) 合上开关 S，调节负载电阻 R_L (注：先调节 $1800\ \Omega$ 电阻，调至零值后用导线短接再调节 $450\ \Omega$ 电阻)，使异步电动机的定子电流逐渐上升，直至电流上

升到 1.25 倍额定电流。

(5) 从这负载开始，逐渐减小负载直至空载（即断开开关 S），在这范围内读取异步电动机的定子电流、输入功率、转速、校正直流测功机的负载电流 I_F 等数据。

(6) 共取数据 8~9 组记录于表 3-6 中。

[六、实验结果]

表 3-1

N (转)	t (秒)	S (转差率)	n (转/分)

表 3-2

室温 °C

	绕组 I			绕组 II			绕组 III		
I (mA)									
U (V)									
R (Ω)									

表 3-3

	绕组 I	绕组 II	绕组 III
R (Ω)			

表 3-4

序号	U_{OL} (V)				I_{OL} (A)				P_0 (W)			$\cos \phi$ 0
	U_{AB}	U_{BC}	U_{CA}	U_{OL}	I_A	I_B	I_C	I_{OL}	P_1	P_2	P_0	

表 3-5

序号	U_{KL} (V)				I_{KL} (A)				P_K (W)			$\cos \phi$ κ
	U_{AB}	U_{BC}	U_{CA}	U_{KL}	I_A	I_B	I_C	I_{KL}	P_1	P_2	P_K	

表 3-6 $U_1=U_{1N}=220V$ (Δ) $I_f=$ mA

序号	I_{1L} (A)				P_1 (W)			I_F (A)	T_2 (N · m)	n (r/min)
	I_A	I_B	I_C	I_{1L}	P _I	P _{II}	P _I			

[七、实验结果分析、讨论]

1、计算基准工作温度时的相电阻

由实验直接测得每相电阻值，此值为实际冷态电阻值。冷态温度为室温。按下式换算到基准工作温度时的定子绕组相电阻：

$$r_{1ref} = r_{1c} \frac{235 + \theta_{ref}}{235 + \theta_c}$$

式中 r_{1ref} —— 换算到基准工作温度时定子绕组的相电阻， Ω ；

r_{1c} —— 定子绕组的实际冷态相电阻， Ω ；

θ_{ref} —— 基准工作温度，对于 E 级绝缘为 75°C ；

θ_c —— 实际冷态时定子绕组的温度， $^\circ\text{C}$ ；

2、作空载特性曲线： I_{0L} 、 P_0 、 $\cos \phi_0 = f(U_{0L})$

3、作短路特性曲线： I_{KL} 、 $P_K = f(U_{KL})$

4、由空载、短路实验数据求异步电机的等效电路参数。

(1) 由短路实验数据求短路参数

$$\text{短路阻抗: } Z_K = \frac{U_{K\phi}}{I_{K\phi}} = \frac{\sqrt{3}U_{KL}}{I_{KL}}$$

$$\text{短路电阻: } r_K = \frac{P_K}{3I_{K\phi}^2} = \frac{P_K}{I_{KL}^2}$$

短路电抗: $X_K = \sqrt{Z_K^2 - r_K^2}$

式中 $U_{K\phi} = U_{KL}$, $I_{K\phi} = \frac{I_{KL}}{\sqrt{3}}$, P_K ——电动机堵转时的相电压, 相电流, 三相短路功率 (Δ 接法)。

转子电阻的折合值:

$$r_2' \approx r_K - r_{1C}$$

式中 r_{1C} 是没有折合到 75°C 时实际值。

定、转子漏抗:

$$X_{1\sigma} \approx X_{2\sigma}' \approx \frac{X_K}{2}$$

(2) 由空载试验数据求激磁回路参数

空载阻抗 $Z_0 = \frac{U_{0\phi}}{I_{0\phi}} = \frac{\sqrt{3}U_{0L}}{I_{0L}}$

空载电阻 $r_0 = \frac{P_0}{3I_{0\phi}^2} = \frac{P_0}{I_{0L}^2}$

空载电抗 $X_0 = \sqrt{Z_0^2 - r_0^2}$

式中 $U_{0\phi} = U_{0L}$, $I_{0\phi} = \frac{I_{0L}}{\sqrt{3}}$, P_0 ——电动机空载时的相电压、相电流、三相空载功率 (Δ 接法)。

激磁电抗 $X_m = X_0 - X_{1\sigma}$

激磁电阻 $r_m = \frac{P_{Fe}}{3I_{0\phi}^2} = \frac{P_{Fe}}{I_{0L}^2}$

式中 P_{Fe} 为额定电压时的铁耗, 由图 3-4 确定。

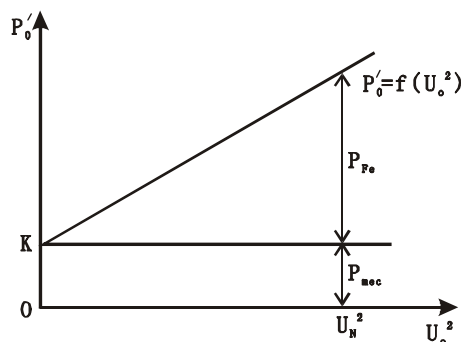


图 3-4 电机中铁耗和机械耗

5、作工作特性曲线 P_1 、 I_1 、 η 、 S 、 $\cos \phi_1 = f(P_2)$ 。

由负载试验数据计算工作特性, 填入表 3-7 中。

表 3-7

$U_1 = 220V (\Delta)$

$I_f = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mA}$

序	电动机输入	电动机输出	计算值

号	$I_{1\phi}$ (A)	P_1 (W)	T_2 (N·m)	n (r/min)	P_2 (W)	S (%)	η (%)	$\cos \phi_1$

计算公式为：
$$I_{1\phi} = \frac{I_{1L}}{\sqrt{3}} = \frac{I_A + I_B + I_C}{3\sqrt{3}}$$

$$S = \frac{1500 - n}{1500} \times 100 \%$$

$$\cos \varphi_1 = \frac{P_1}{3U_{1\phi} I_{1\phi}}$$

$$P_2 = 0.105 n T_2$$

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} \times 100 \%$$

式中 $I_{1\phi}$ ——定子绕组相电流，A；

$U_{1\phi}$ ——定子绕组相电压，V；

S ——转差率；

η ——效率。

6、由损耗分析法求额定负载时的效率

电动机的损耗有：

铁耗： P_{Fe}

机械损耗： P_{mec}

定子铜耗： $P_{CU1} = 3I_{1\phi}^2 r_1$

转子铜耗： $P_{CU2} = \frac{P_{em}}{100} S$

杂散损耗 P_{ad} 取为额定负载时输入功率的 0.5%。

式中 P_{em} ——电磁功率，W；

$$P_{em} = P_1 - P_{cu1} - P_{Fe}$$

铁耗和机械损耗之和为：

$$P'_0 = P_{Fe} + P_{mec} = P_0 - 3I_{0\phi}^2 r_1$$

为了分离铁耗和机械损耗，作曲线 $f(U_0^2)$ ，如图 4-4。

延长曲线的直线部分与纵轴相交于 K 点，K 点的纵座标即为电动机的机械损

耗 P_{mec} ，过 K 点作平行于横轴的直线，可得不同电压的铁耗 P_{Fe} 。

电机的总损耗

$$\sum P = P_{Fe} + P_{cu1} + P_{cu2} + P_{ad} + P_{mec}$$

于是求得额定负载时的效率为：

$$\eta = \frac{P_1 - \sum P}{P_1} \times 100\%$$

式中 P_1 、 S 、 I_1 由工作特性曲线上对应于 P_2 为额定功率 P_N 时查得。

[八、实验结论]

《电机学》课程实验报告（四）

[一、实验名称]

并励直流电动机运行实验

[二、实验目的]

- 1、掌握用实验方法测取直流并励电动机的工作特性和机械特性。
- 2、掌握直流并励电动机的调速方法。

[三、实验内容和原理]

1、工作特性和机械特性

保持 $U=U_N$ 和 $I_f=I_{fN}$ 不变，测取 n 、 T_2 、 $\eta=f(I_a)$ 、 $n=f(T_2)$ 。

2、调速特性

(1) 改变电枢电压调速

保持 $U=U_N$ 、 $I_f=I_{fN}$ =常数， T_2 =常数，测取 $n=f(U_a)$ 。

(2) 改变励磁电流调速

保持 $U=U_N$ ， T_2 =常数，测取 $n=f(I_f)$ 。

3、观察能耗制动过程

[四、实验条件]

1、实验设备

序号	型号	名称	数量
1	DD03	导轨、测速发电机及转速表	1台
2	DJ23	校正直流测功机	1台
3	DJ15	直流并励电动机	1台
4	D31	直流数字电压、毫安、安培表	2件
5	D42	三相可调电阻器	1件
6	D44	可调电阻器、电容器	1件
7	D51	波形测试及开关板	1件

2、实验接线

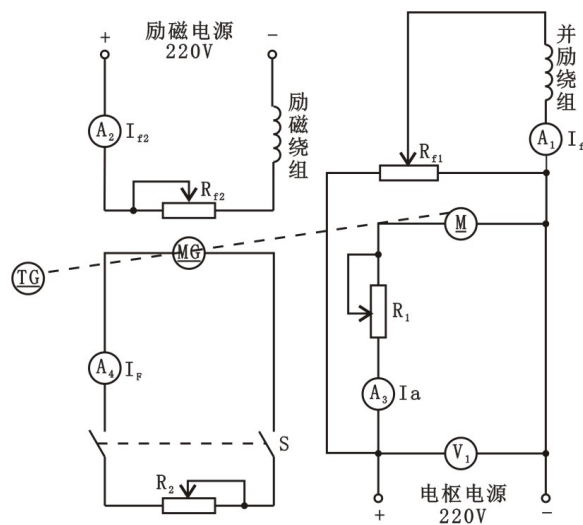


图 4-1 直流并励电动机接线图

按图 4-1 接线。校正直流测功机 MG 按他励发电机连接，在此作为直流电动机 M 的负载，用于测量电动机的转矩和输出功率。 R_{f1} 选用 D44 的 $900\ \Omega$ 阻值，按分压法接线。 R_{f2} 选用 D42 的 $900\ \Omega$ 串联 $900\ \Omega$ 共 $1800\ \Omega$ 阻值。 R_1 用 D44 的 $180\ \Omega$ 阻值。 R_2 选用 D42 的 $900\ \Omega$ 串联 $900\ \Omega$ 再加 $900\ \Omega$ 并联 $900\ \Omega$ 共 $2250\ \Omega$ 阻值。

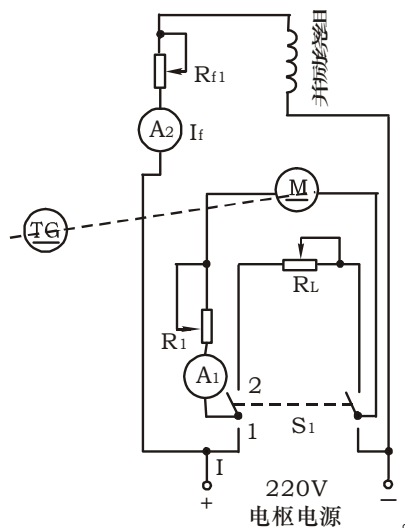


图 4-2 并励电动机能耗制动接线图

[五、实验过程]

1、并励电动机的工作特性和机械特性

(1) 将直流并励电动机 M 的磁场调节电阻 R_{f1} 调至最小值，电枢串联起动电阻 R_1 调至最大值，接通控制屏下边右方的电枢电源开关使其起动，其旋转方向应符合转速表正向旋转的要求。

(2) M 起动正常后, 将其电枢串联电阻 R_1 调至零, 调节电枢电源的电压为 220V, 调节校正直流测功机的励磁电流 I_{f2} 为校正值 (100 mA), 再调节其负载电阻 R_2 和电动机的磁场调节电阻 R_{f1} , 使电动机达到额定值: $U=U_N$, $I=I_N$, $n=n_N$ 。此时 M 的励磁电流 I_f 即为额定励磁电流 I_{fN} 。

(3) 保持 $U=U_N$, $I_f=I_{fN}$, I_{f2} 为校正值不变的条件下, 逐次减小电动机负载。测取电动机电枢输入电流 I_a , 转速 n 和校正电机的负载电流 I_F (由校正曲线查出电动机输出对应转矩 T_2)。共取数据 9-10 组, 记录于表 4-1 中。

2、调速特性

(1) 电枢绕组串电阻调速

1) 直流电动机 M 运行后, 将电阻 R_1 调至零, I_{f2} 调至校正值, 再调节负载电阻 R_2 、电枢电压及磁场电阻 R_{f1} , 使 M 的 $U=U_N$, $I_a=0.5I_N$, $I_f=I_{fN}$ 记下此时 MG 的 I_F 值。

2) 保持此时的 I_F 值 (即 T_2 值) 和 $I_f=I_{fN}$ 不变, 逐次增加 R_1 的阻值, 降低电枢两端的电压 U_a , 使 R_1 从零调至最大值, 每次测取电动机的端电压 U_a , 转速 n 和电枢电流 I_a 。

3) 共取数据 8-9 组, 记录于表 4-2 中

(2) 改变励磁电流的调速

1) 直流电动机运行后, 将 M 的电枢串联电阻 R_1 和磁场调节电阻 R_{f1} 调至零, 将 MG 的磁场调节电阻 I_{f2} 调至校正值, 再调节 M 的电枢电源调压旋钮和 MG 的负载, 使电动机 M 的 $U=U_N$, $I_a=0.5I_N$ 记下此时的 I_F 值。

2) 保持此时 MG 的 I_F 值 (T_2 值) 和 M 的 $U=U_N$ 不变, 逐次增加磁场电阻阻值: 直至 $n=1.3n_N$, 每次测取电动机的 n 、 I_f 和 I_a 。共取 7-8 组记录于表 4-3 中。

3、能耗制动

(1) 按图 4-2 接线, 其中 R_1 选用 D44 上 90 Ω 串 90 Ω 共 180 Ω 阻值, R_{f1} 选用 D44 上的 900 Ω 串 900 Ω 共 1800 Ω 阻值, R_L 选用 D42 上 900 Ω 串 900 Ω 再加上 900 Ω 并 900 Ω 共 2250 Ω 阻值。

(2) 把 M 的电枢串联起动电阻 R_1 调至最大, 磁场调节电阻 R_f 调至最小位置。S1 合向 1 端位置, 然后合上控制屏下方右边的电枢电源开关, 使电动机起动。

(3) 运转正常后, 将开关 S1 合向中间位置, 使电枢开路。由于电枢开路, 电机处于自由停机, 记录停机时间。

(4) 将 R_1 调回最大位置, 重复起动电动机, 待运转正常后, 把 S1 合向 R_L 端, 记录停机时间。

(5) 选择 R_L 不同的阻值, 观察对停机时间的影响 (注意调节 R_1 及 R_L 不宜太小的阻值, 以免产生太大的电流, 损坏电机)

[六、实验结果]

表 4-1 $U=U_N=$ V $I_f=I_{fN}=$ mA $I_{f2}=100$ mA

实 验 数 据	I_a (A)										
	n (r/min)										
	I_F (A)										
	T_2 (N·m)										

计算 数据	P_2 (W)										
	P_1 (W)										
	η (%)										
	Δn (%)										

表 4-2 $I_f = I_{fN} =$ mA $I_F =$ A ($T_2 =$ N·m) $I_{f2} = 100\text{mA}$

U_a (V)										
n (r/min)										
I_a (A)										

表 4-3 $U = U_N =$ V $I_F =$ A ($T_2 =$ N·m) $I_{f2} = 100\text{mA}$

n (r/min)									
I_f (mA)									
I_a (A)									

[七、实验结果分析、讨论]

1、由表 4-1 计算出 P_2 和 η ，并给出 n 、 T_2 、 $\eta = f(I_a)$ 及 $n = f(T_2)$ 的特性曲线。

电动机输出功率： $P_2 = 0.105nT_2$

式中输出转矩 T_2 的单位为 N·m（由 I_{f2} 及 I_F 值，从校正曲线 $T_2 = f(I_F)$ 查得），转速 n 的单位为 r/min。

电动机输入功率： $P_1 = UI$

输入电流： $I = I_a + I_{fN}$

电动机效率： $\eta = \frac{P_2}{P_1} \times 100\%$

由工作特性求出转速变化率： $\Delta n\% = \frac{n_0 - n_N}{n_N} \times 100\%$

2、绘出并励电动机调速特性曲线 $n = f(U_a)$ 和 $n = f(I_f)$ 。分析在恒转矩负载时两种调速的电枢电流变化规律以及两种调速方法的优缺点。

3、能耗制动时间与制动电阻 R_L 的阻值有什么关系？为什么？该制动方法有什么缺点？

[八、实验结论]