

浙江大学实验报告

专业：电子信息工程

姓名：邢毅诚

学号：3190105197

日期：2021-10-29

地点：教二-116

课程名称：电机与拖动 指导老师：史婷娜 成绩：

实验名称：异步机实验 实验类型：验证实验 同组学生姓名：常俊杰

一、实验目的

1. 了解三相鼠笼式异步电动机
2. 测定三相鼠笼式异步电动机的参数
3. 测取三相鼠笼式异步电动机负载特性

二、实验设备

1. 三相鼠笼式感应电动机 (M04-A)

铭牌数据 (三角接法): $P_N = 100W$, $U_N = 220V$, $I_N = 0.48A$, $n_N = 1420r/min$, $E_{2N} = 120V$, $I_{2N} = 0.25A$

2. 三相双头闸刀开关 (MO9-A)
 3. 三相交流可调电源 (MEL-002T)
 4. 交流表 (NEEL-0018)
 5. 电流波形测量模块 (NMEL-17)
 6. 示波器 (RIGOL)
 7. 拆装工具以及短路棒
 8. 三相绕线式感应电动机 (MO9-A)
- 铭牌数据 (Y 接法): $P_N = 100W$, $U_N = 220V$, $I_N = 0.55A$, $n_N = 1420r/min$, $E_{2N} = 120V$, $I_{2N} = 0.25A$
9. 绕线式电动机调节电阻 (DT15)

三、实验内容

1. 实验一：三相鼠笼式异步电动机的工作特性和参数测定实验

- (1) 三相鼠笼式异步电动机空载试验

(2) 三相鼠笼式异步电动机短路试验

(3) 三相鼠笼式异步电动机负载试验

2. 三相异步电动机启动实验

(1) 三相鼠笼式感应电动机的直接启动

(2) 三相鼠笼式感应电动机的 Y- Δ 启动

3. 三相绕线式异步电动机转自串电阻调速

四、 实验内容与实验数据

1. 实验一：三相鼠笼式异步电动机的工作特性和参数测定实验 - 空载实验

按照下图所示连接电路图：

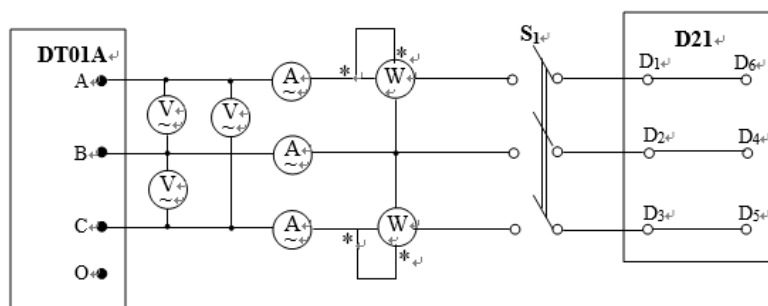


图 1: 实验一-实验电路图

将三相交流电源电压调压旋钮调至输出电压为“0”伏的位置，接通电源，逐渐升高电压，启动电机，保持电动机在额定电压时空载运转数分钟，带机械损耗稳定后再进行实验。调节外施电压至 1.2 倍额定电压 ($U = 1.2U_n = 264V$)；然后，逐级降低电源电压至 0.3 倍额定电压 ($U = 0.3U_N = 66V$)。在 $1.2U_N - 0.3U_N(264V-66V)$ 的范围内，测取电动机的空载电压、空载电流、空载功率，共测取 7-8 组数据，测得数据如下表所示：

U				I				P			cos
U_{AB}	U_{BC}	U_{CA}	U_k	I_A	I_B	I_C	I_k	P_1	P_2	P_k	$\cos\phi$
264.0	263.8	263.8	263.87	0.349	0.337	0.338	0.197	-38.7	53.58	4.96	0.095
240.7	240.8	241.3	240.93	0.308	0.297	0.303	0.175	-31.2	43.66	4.15	0.099
219.5	220.1	220.0	219.87	0.273	0.266	0.270	0.156	-24.9	35.52	3.54	0.103
200.3	201.3	200.7	200.77	0.242	0.239	0.242	0.139	-20.0	29.14	3.05	0.109
159.9	161.5	160.1	160.50	0.184	0.186	0.188	0.107	-11.7	18.18	2.16	0.125
120.2	121.8	120.2	120.73	0.135	0.139	0.138	0.079	-5.97	10.44	1.49	0.156
90.75	92.57	90.49	91.27	0.102	0.106	0.105	0.060	-2.99	6.301	1.104	0.201
64.44	68.87	66.63	66.65	0.076	0.083	0.084	0.047	-1.35	3.985	0.878	0.282

表 1: 空载试验实验数据

2. 实验一：三相鼠笼式异步电动机的工作特性和参数测定实验 - 短路实验

连接电路，将三相交流电源电压调压旋钮调至输出电压为“0”伏的位置。接通电源，接通电源，慢慢地升高三相交流电源电压，使电机的短路电流达到 1.2 倍额定电流 ($I=1.2I_N=0.576A$)，然后，逐级降低电源电压，使电机的短路电流减小到 0.3 倍的额定电流 ($I=0.3I_N=0.144A$) 为止。在 $1.2I_N$ 0.3 I_N (0.576A 0.144A) 的范围内，测取电动机的短路电压、短路电流、短路功率共 4-5 组数据。测得数据如下表所示：

U				I				P			cos
U_{AB}	U_{BC}	U_{CA}	U_k	I_A	I_B	I_C	I_k	P_1	P_2	P_k	$\cos\phi$
77.74	80.45	78.75	78.98	0.573	0.576	0.586	0.334	-5.95	37.76	10.60	0.402
73.46	75.52	73.88	74.29	0.528	0.528	0.533	0.306	-5.31	32.18	8.96	0.394
67.81	70.41	68.59	68.94	0.475	0.477	0.485	0.277	-4.93	27.06	7.38	0.387
62.67	64.95	63.22	63.61	0.423	0.427	0.433	0.247	-4.46	22.05	5.86	0.373
46.06	48.59	46.86	47.17	0.272	0.277	0.285	0.161	-2.88	10.31	2.48	0.327
39.06	41.43	40.00	40.16	0.214	0.218	0.225	0.126	-2.22	6.798	1.526	0.300
30.29	32.39	30.74	31.14	0.138	0.144	0.150	0.083	-1.34	3.366	0.675	0.261

表 2: 短路实验实验数据

3. 实验一：三相鼠笼式异步电动机的工作特性和参数测定实验 - 负载实验

拆除安装在测功机上的销钉，并将测功机安装到电动机上，将三相交流电源电压调压旋钮调至输出电压为“0”伏的位置；并还要将测功机的加载旋钮调至零位。

接通电源，起动电机；逐渐升高三相交流电源电压至额定电压 ($U = U_N = 220V$)，并在整个实验的过程中保持不变；然后，逐渐顺时针旋动测功机加载旋钮，使电机的电流慢慢增加至 1.25 倍的额定电流为止 ($I = 1.25I_N = 0.6A$)。然后逐渐减小电机的负载直至空载，在 $1.25I_N$ -空载电流 (0.6A-空载电流) 的范围内，测取异步电动机的定子电流、输入功率、转速、输出转矩 (测功机的转矩显示) 共 5 6 组数据，测得数据如下表所示：

序号	I(A)				P(W)			T_2	n	P_2	S
	I_A	I_B	I_C	I_1	P_1	P_2	P_1				
1	0.601	0.594	0.604	0.346	41.86	131.1	57.65	0.96	1396	140.34	0.0693
2	0.533	0.546	0.555	0.314	35.93	120.1	52.01	0.88	1409	129.84	0.0607
3	0.480	0.475	0.485	0.277	25.55	104.1	43.22	0.75	1427	112.08	0.0487
4	0.401	0.394	0.402	0.230	12.23	83.98	32.07	0.57	1450	86.55	0.0333
5	0.350	0.343	0.349	0.201	0.792	69.40	23.40	0.42	1466	64.48	0.0227
6	0.273	0.271	0.275	0.158	-22.6	38.43	5.28	0.00	1496	0.00	0.0027

表 3: 负载实验实验数据

4. 实验二：三相鼠笼式异步电动机的参启动实验

实验电路图如下图所示：

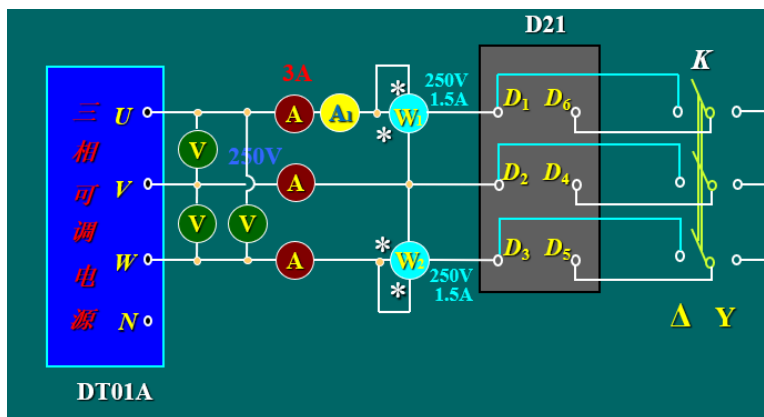


图 2: 实验二-实验电路图

将开关 K 合向三角形接法侧，交流电源调压旋钮调至输出电压为零的位置；并将测功机的加载旋钮调至零位。接通电源，按下三相电源接通按钮，逐渐调升三相交流电压至电机的额定值 220V 止；然后，按下三相电源停止按钮，切断电机的电源，等待电动机完全停转后，再按下三相电源接通按钮，使电机在额定电压下起动，记录启动时的电流波形如下图所示：

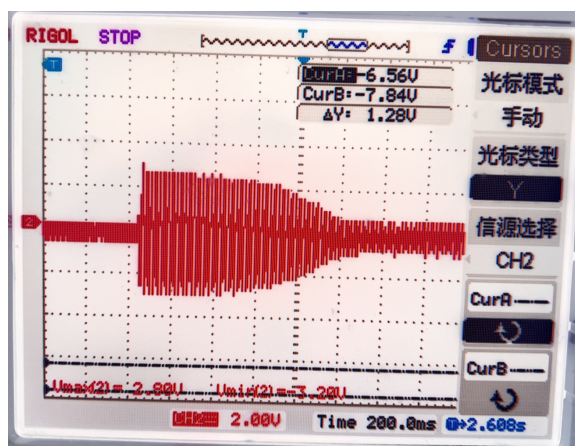


图 3: 直接起动波形

将开关 K 合向三角形接法侧，交流电源调压旋钮调至输出电压为零的位置；并还要将测功机的加载旋钮调至零位。接通电源，按下接通按钮，逐渐调升三相交流电压至电机的额定值 220V 止；然后，按下停止按钮，切断电机的电源，再将开关 K 合向三相定子绕组 Y 接法侧（图中右侧）；再按下接通按钮，使电机接成 Y 接法起动，记录得到启动波形如下图所示：



图 4: Y-Δ 起动波形

待电机转速稳定后，再把开关 K 合向左侧，使电机切换到 Δ 接法的正常运行，整个起动过程结束。记录得数据如下表所示：

起动方式	直接启动	Y- Δ 启动
最大电流	2.58A	0.732A
最小电流	2.70A	0.936A
起动时间	920ms	320ms

表 4: 电机起动实验数据

可以看到，使用直接起动时，起动时间较长，同时启动电流较大；而使用 Y- Δ 起动时，起动时间较短，同时启动电流较小，但相对而言，使用 Y- Δ 进行起动时，操作更为负载一些。

5. 实验三-三相绕线式异步电动机调速实验

交流电源调压旋钮调至输出电压为零的位置；并还要将测功机的加载旋钮调至零位。调节电阻 R_{st} 置最小 (0Ω)。接通电源，逐渐升高三相交流电源电压至电机额定电压 ($U=U_N=220V$)；测功机调零旋钮调“0”，然后，逐渐顺时针旋动测功机加载旋钮，使电机的负载转矩慢慢增加至额定转矩为止 ($0.25Nm$)。记录此时电机定子电流、转速和相应的调速电阻值；保持电机输入电压和负载转矩不变，逐级增加串入转子绕组的调速电阻 ($2\Omega, 5\Omega, 15\Omega$)，再次记录上述数据。测得数据如下表所示：

调速电阻 R/Ω	15	5	2	0
转速 n/rpm	1350	1421	1441	1457
I_A	0.363	0.362	0.359	0.359
I_B	0.354	0.351	0.350	0.349
I_C	0.358	0.361	0.360	0.362
I_0	0.358	0.358	0.356	0.357

表 5: 调速实验实验数据

五、 实验数据处理

1. 基准工作温度的计算

题目中已经给出了钉子相绕组室温下的电阻 $R=40\Omega$ ，利用公式：

$$R_{k75^{\circ}C} = \frac{R_{k\theta}(\alpha + 75)}{\alpha + \theta} \quad (1)$$

其中 $\alpha = 234.5$ (铜线)，室温 $\theta = 22.5^{\circ}$ ，进而我们可以计算得出：

$$R_{k75^{\circ}C} = \frac{40 \cdot (234.5 + 75)}{234.5 + 22.5} = 48.17\Omega \quad (2)$$

2. 空载特性曲线绘制

绘制空载特性曲线 $I_0 = f(U_0)$ ：

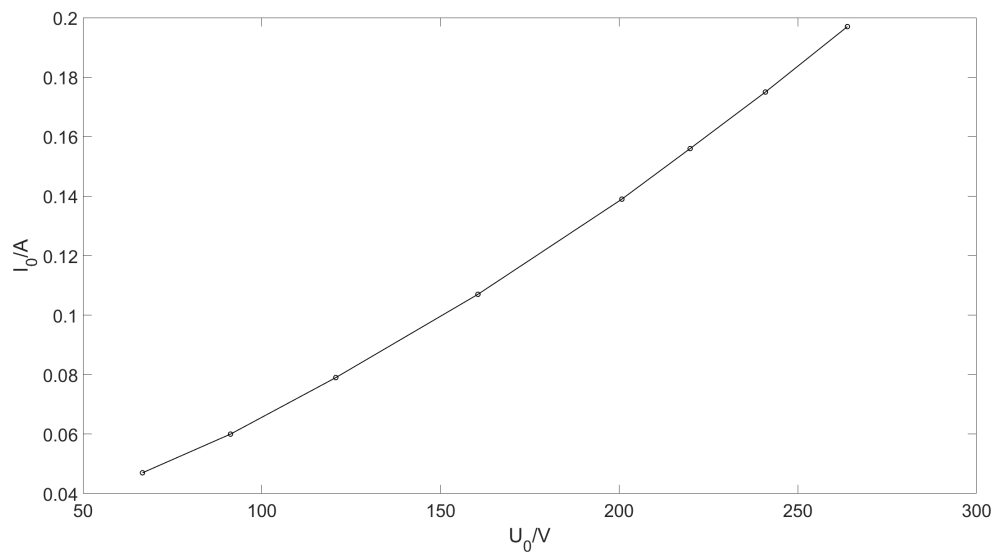
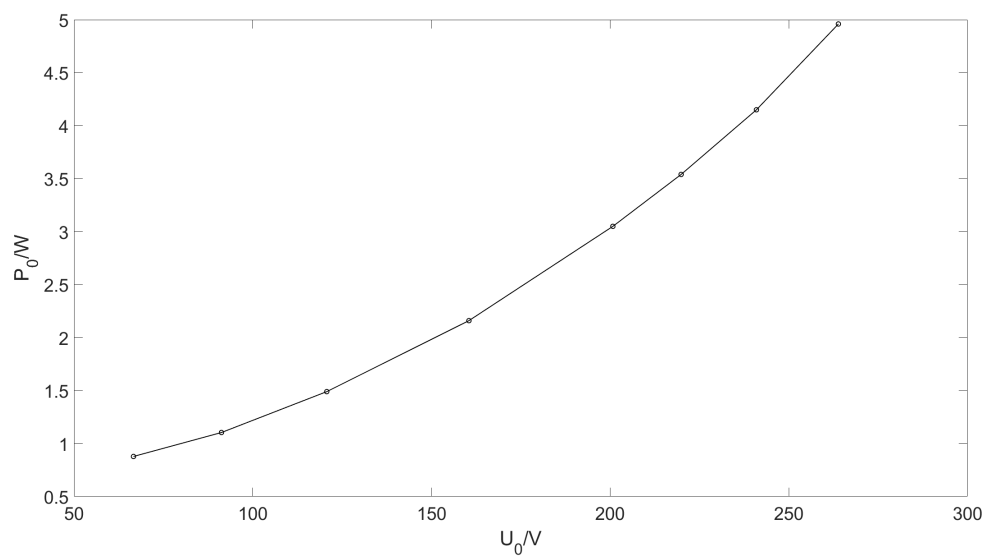
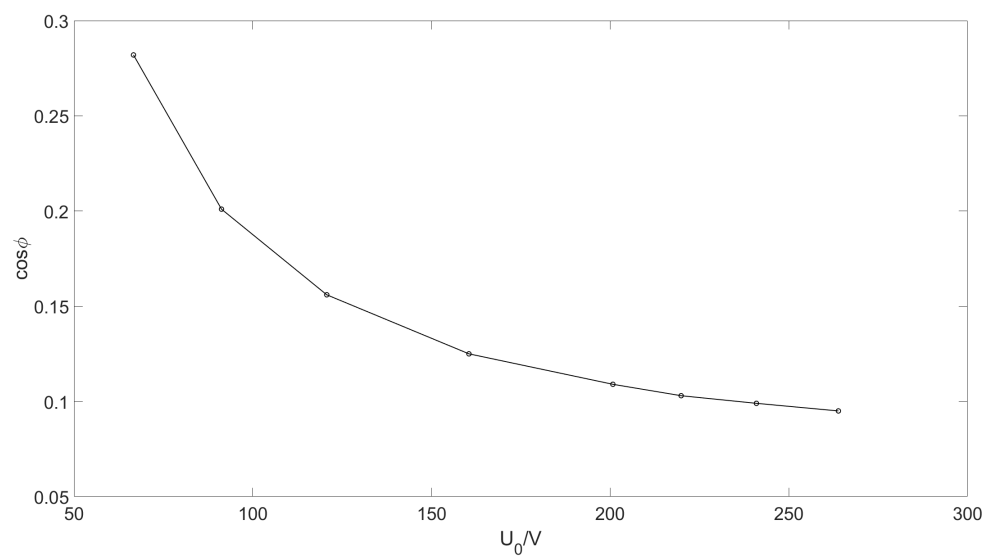


图 5: 空载特性曲线 $I_0 = f(U_0)$

绘制空载特性曲线 $P_0 = f(U_0)$ ：

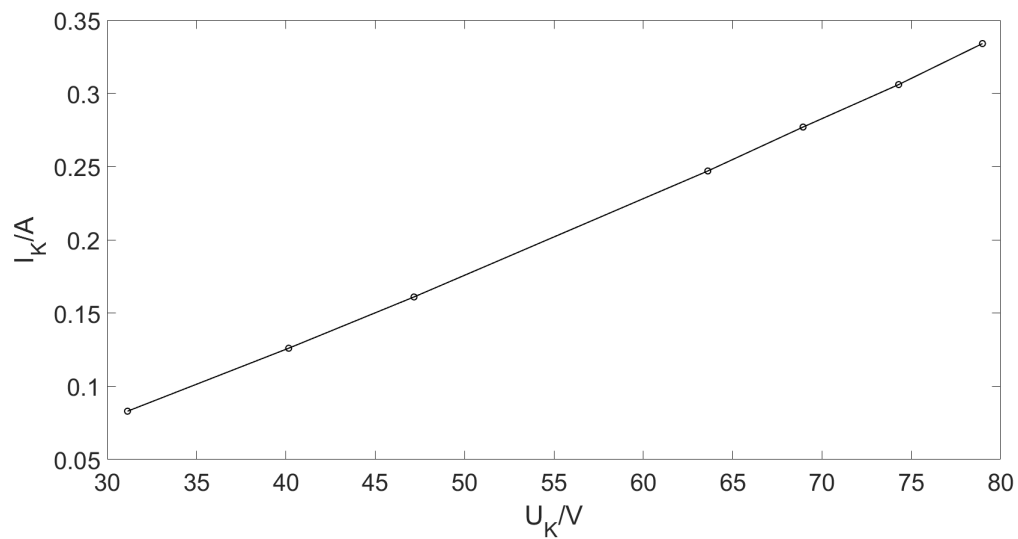
图 6: 空载特性曲线 $P_0 = f(U_0)$

绘制空载特性曲线 $\cos\phi_0 = f(U_0)$:

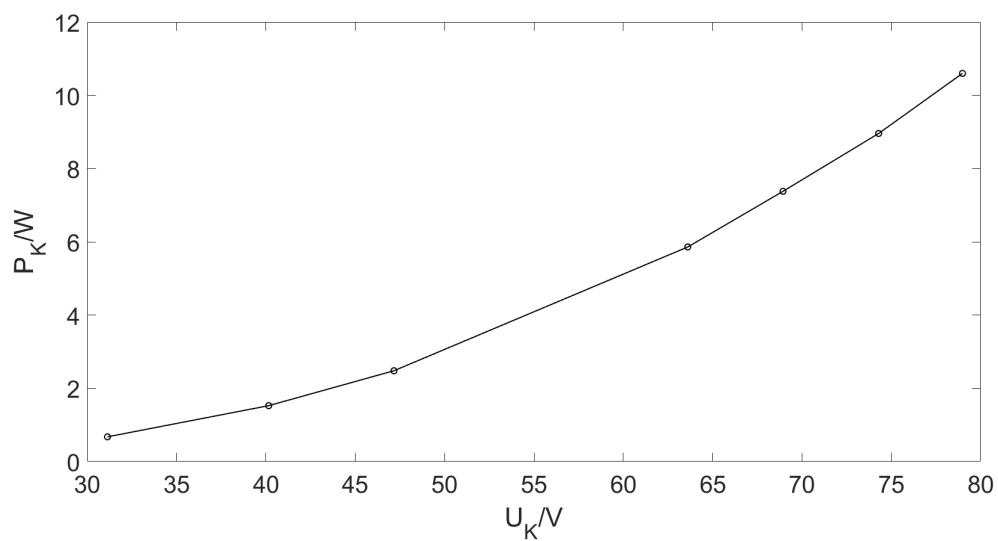
图 7: 空载特性曲线 $\cos\phi_0 = f(U_0)$

3. 短路特性曲线绘制

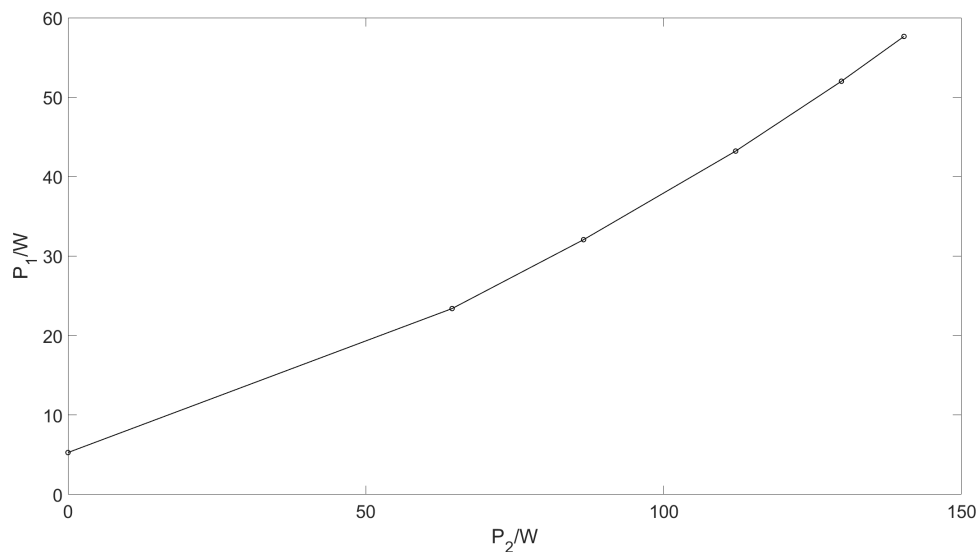
绘制短路特性曲线 $I_K = f(U_k)$:

图 8: 短路特性曲线 $I_K = f(U_k)$

绘制短路特性曲线 $P_K = f(U_k)$:

图 9: 短路特性曲线 $P_K = f(U_k)$

绘制短路特性曲线 $\cos\phi_k = f(U_k)$:

图 10: 短路特性曲线 $\cos\phi_k = f(U_k)$

4. 等效电路参数计算

- 空载实验

由 $U_0 = U_N = 220V$ 时的数据，可以知道 $I_0 = 0.156A, P_k = 3.54W$ ，可知：

$$r_0 = \frac{P_0}{I_0^2} = 145.46\Omega \quad (3)$$

$$Z_0 = \frac{U_0}{I_0} = 1410.25\Omega \quad (4)$$

$$X_0 = \sqrt{Z_0^2 - r_0^2} = 1402.73\Omega \quad (5)$$

- 短路实验

由 $I_k = I_{1N} = 0.277A$ 时，可以测得数据 $U_K = 68.94V$ ， $P_k = 7.38W$ ：

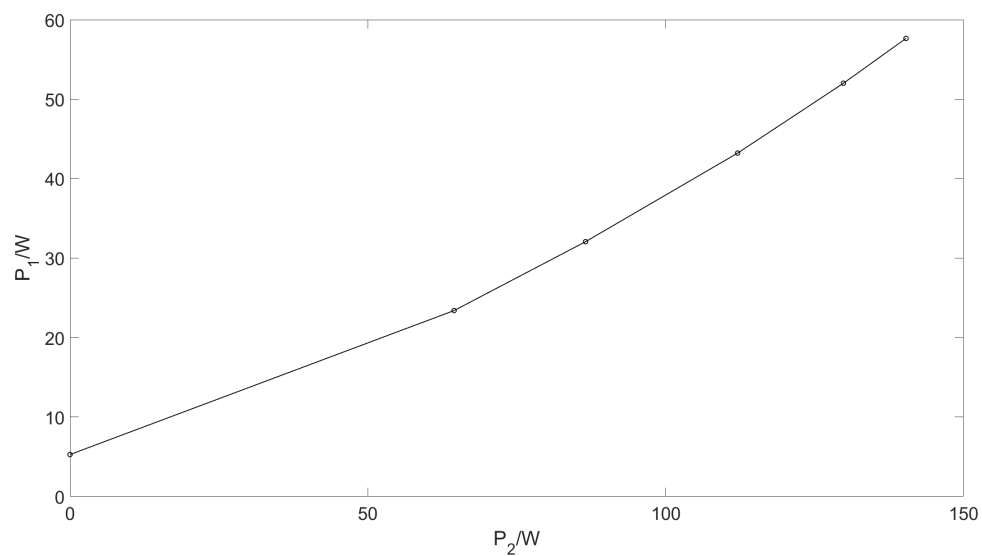
$$r_k = \frac{P_k}{I_k^2} = 96.09\Omega$$

$$Z_k = \frac{U_K}{I_k} = 248.88\Omega$$

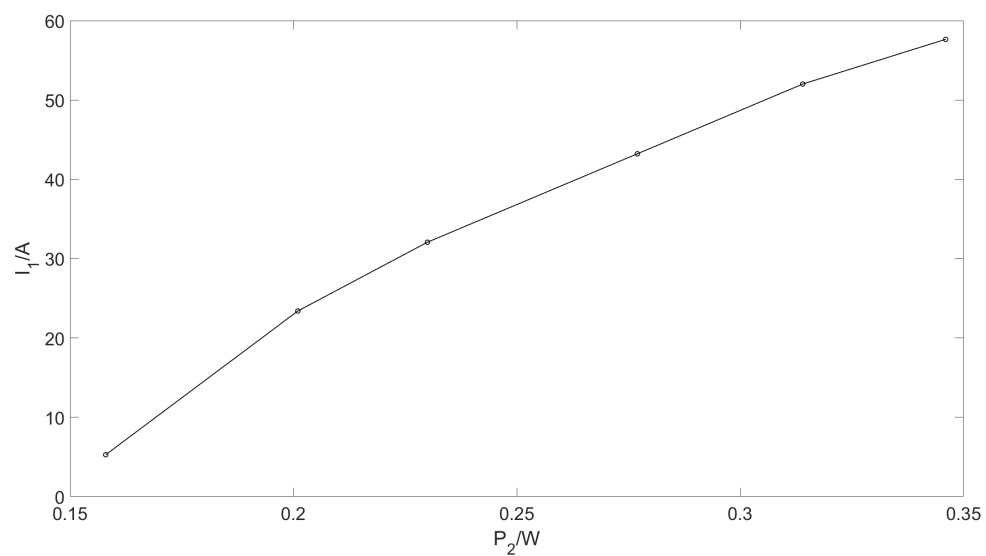
$$X_K = \sqrt{Z_K^2 - r_K^2} = 229.58\Omega$$

5. 工作特性曲线绘制

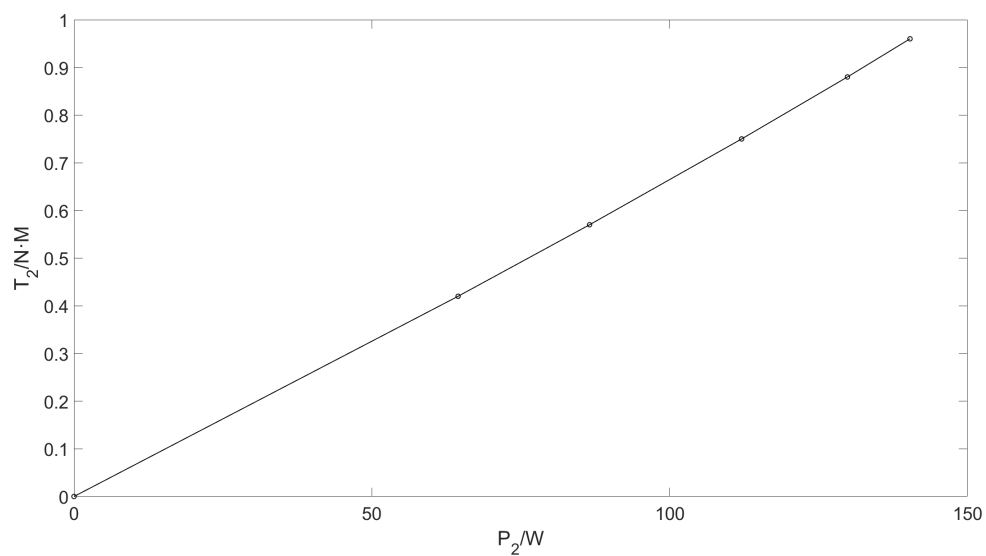
作工作特性曲线 $P_1 = f(P_2)$ ：

图 11: 工作特性曲线 $P_1 = f(P_2)$

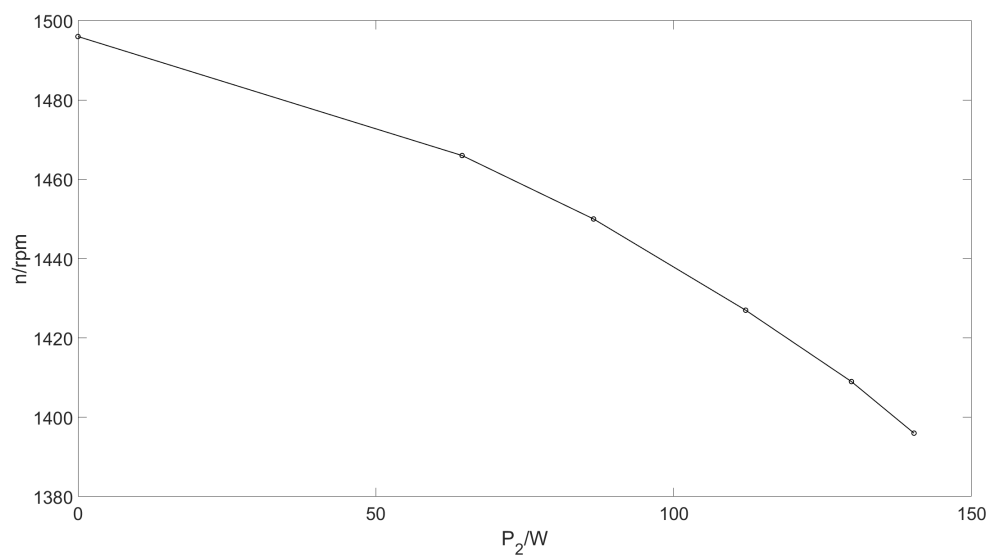
作工作特性曲线 $I_1 = f(P_2)$:

图 12: 工作特性曲线 $I_1 = f(P_2)$

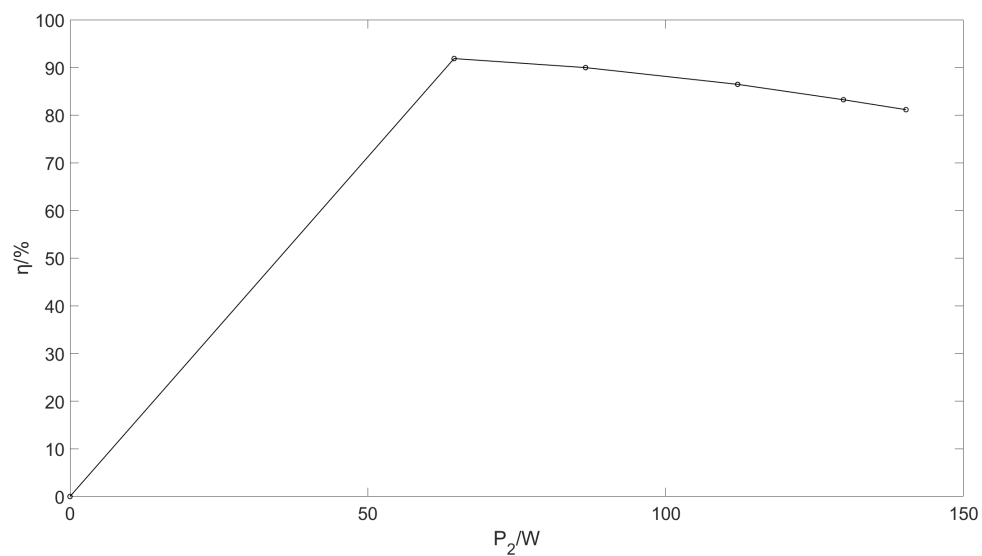
作工作特性曲线 $M_2 = f(P_2)$:

图 13: 工作特性曲线 $M_2 = f(P_2)$

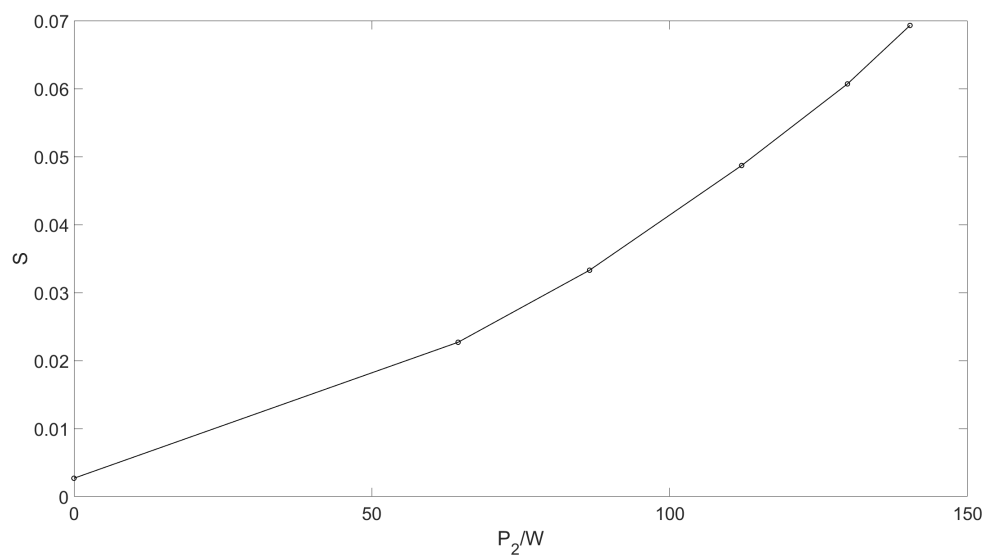
作工作特性曲线 $n = f(P_2)$:

图 14: 工作特性曲线 $n = f(P_2)$

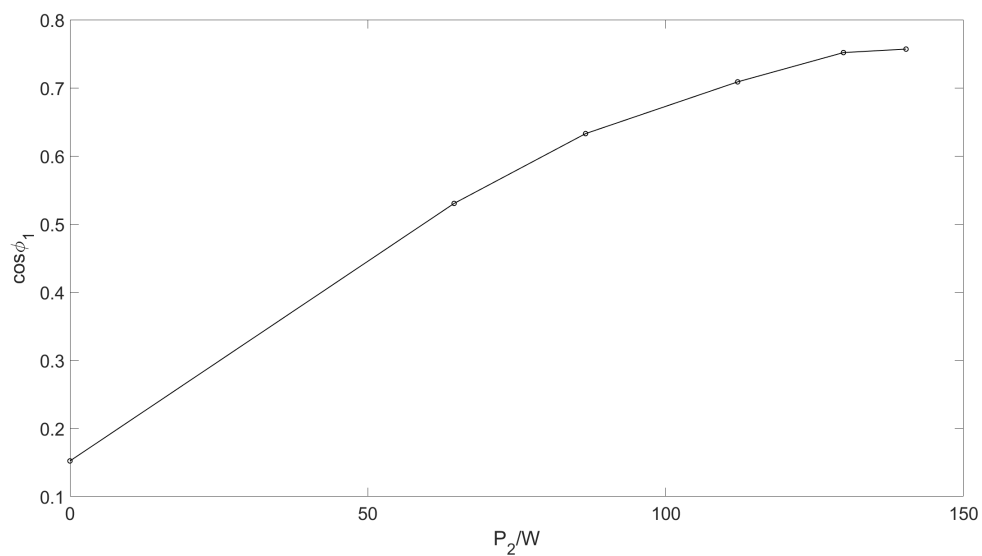
作工作特性曲线 $\eta = f(P_2)$:

图 15: 工作特性曲线 $\eta = f(P_2)$

作工作特性曲线 $s = f(P_2)$:

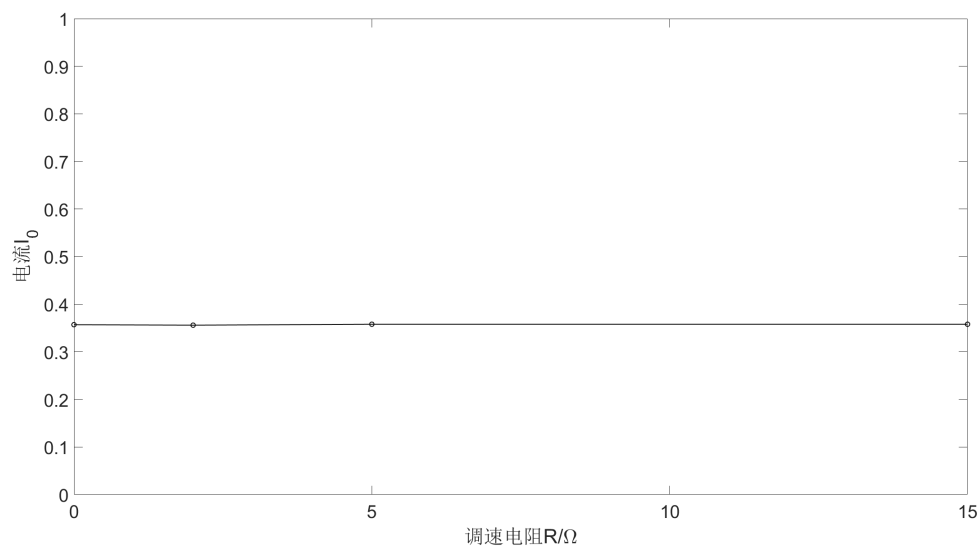
图 16: 工作特性曲线 $s = f(P_2)$

作工作特性曲线 $\cos\phi_1 = f(P_2)$:

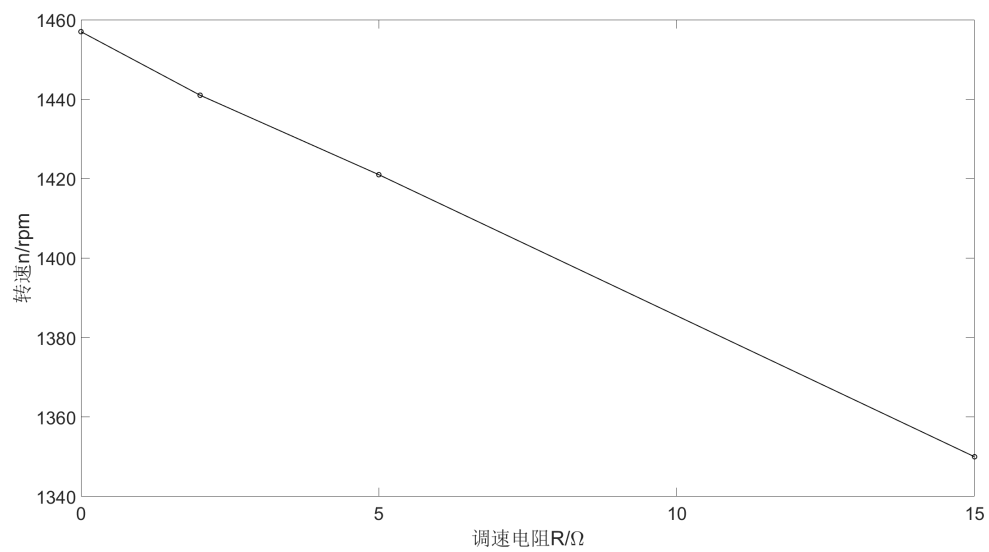
图 17: 工作特性曲线 $\cos \phi_1 = f(P_2)$

6. 调速曲线绘制

作调速曲线 $I = f(R)$:

图 18: 调速曲线 $I = f(R)$

作调速曲线 $n = f(R)$:

图 19: 调速曲线 $n = f(R)$