

班级:

学号:

姓名: **涛

目 录

1-1 电机实验室安全操作守则	1	1-2
电机及拖动实验的基本要求	1	实验一
单相变压器	4	实验二
三相变压器实验	13	实验三
三相变压器的联接组实验	22	实验四
直流发电机	30	实验五 直流电动机
.....	36	实验六 三相绕组与旋转磁场实验
.....	42	实验七 三相鼠笼异步电动机的工作特性
.....	46	
实验八 三相同步发电机的运行特性	55	实验九
三相同步电动机	63	
电气工程学院本科生实验教学大纲	68	参 考
文 献	72	

电机及拖动技术实验的基本要求和安全操作规程

1-1 电机实验室安全操作守则

- (1)对于首次进入实验室参加实验的学生应进行安全和爱护实验室设备的教育。
- (2)实验室工作人员应向参加实验的学生介绍本实验室的电压等级和配电概况。

实验室总电源由工作人员负责操作，其他人员不得接触。

(3)为确保人身安全，实验时应注意衣服、发辫及实验用线，防止卷入电动机

旋转部件。

(4)学生进行实验时，独立完成的实验线路连接或改接，须经实验室工作人员

检查无误并提醒全组同学注意后，方可接通电源。

(5)电源必须经过开关或接触器、熔断器之后才可接入实验线路，严禁带电接

线、拆线、接触带电裸露部位及电机的旋转部件。

(6)操作开关动作要迅速，以免产生电弧烧坏开关。各种仪表、设备不允许过载运行或其他非正常运行。若仪表、设备发生故障，应报告实验室工作人员或教师，不得自行排除故障。

(7)实验中发生故障时，必须立即切断电源并保护现场，同时报告实验室工作人员或教师。待查明原因并排除故障后，才可继续进行实验。

(8)实验室内禁止吸烟、打闹、大声喧嚷、随地吐痰以及其他不文明的行为。(9)实验开始后，学生不得远离实验装置或做与实验无关的事。

(10)实验完毕后应切断电源、检查实验数据，经实验室工作人员或教师同意后再拆除实验线路;实验仪表、用线应分类整齐放置，清理实验桌(台面)。

1-2 电机及拖动实验的基本要求

电机及电气技术实验课的目的在于培养学生掌握基本的实验方法与操作技能。培养学生学会根据实验目的，实验内容及实验设备拟定实验线路，选择所需仪表，确定实验步骤，测取所需数据，进行分析研究，得出必要结论，从而完成实验报告。在整个实验过程中，必须集中精力，及时认真做好实验。现按实验过程提出 - 1 -

下列基本要求。

一、实验前的准备

实验前应复习教科书有关章节，认真研读实验指导书,了解实验目的、项目、方法与步骤，明确实验过程中应注意的问题(有些内容可到实验室对照实验预习，如熟悉组件的编号，使用及其规定值等)，并按照实验项目准备记录抄表等。

实验前应写好预习报告,经指导教师检查认为确实作好了实验前的准备，方可开始作实验。

认真作好实验前的准备工作，对于培养同学独立工作能力，提高实验质量和保护 实验设备都是很重要的。

二、实验的进行

1、建立小组，合理分工

每次实验都以小组为单位进行,每组由2,3人组成，实验进行中的接线、调节负载、保持电压或电流、记录数据等工作每人应有明确的分工，以保证实验操作协调，记录数据准确可靠。

2、选择组件和仪表

实验前先熟悉该次实验所用的组件，记录电机铭牌和选择仪表量程，然后依次 排列组件和仪表便于测取数据。

3、按图接线

根据实验线路图及所选组件、仪表、按图接线，线路力求简单明了，按接线原则是先接串联主回路，再接并联支路。为查找线路方便，每路可用相同颜色的导线 或插头。

4、起动电机，观察仪表

在正式实验开始之前，先熟悉仪表刻度，并记下倍率，然后按一定规范起动电机，观察所有仪表是否正常(如指针正、反向是否超满量程等)。如果出现异常，应立即切断电源，并排除故障;如果一切正常，即可正式开始实验。

5、测取数据

预习时对电机的试验方法及所测数据的大小作到心中有数。正式实验时，根据实 - 2 -

验步骤逐次测取数据。

6、认真负责，实验有始有终

实验完毕，须将数据交指导教师审阅。经指导教师认可后，才允许拆线并把实验所用的组件、导线及仪器等物品整理好。

三、实验报告

实验报告是根据实测数据和在实验中观察和发现的问题，经过自己分析研究或分析讨论后写出的心得体会。

实验报告要简明扼要、字迹清楚、图表整洁、结论明确。

实验报告包括以下内容：

- 1) 实验名称、专业班级、学号、姓名、实验日期、室温?。
- 2) 列出实验中所用组件的名称及编号，电机铭牌数据(P、U、I、n)等。
NNNN3)
- 列出实验项目并绘出实验时所用的线路图，并注明仪表量程，电阻器阻值，电源端编号等。
- 4) 数据的整理和计算

5)

按记录及计算的数据用坐标纸画出曲线，图纸尺寸不小于 $8\text{cm} \times 8\text{cm}$ ，曲线要

用曲线尺或曲线板连成光滑曲线,不在曲线上的点仍按实际数据标出。 6) 根据数据和曲线进行计算和分析，说明实验结果与理论是否符合，可对某些问题提出一些自己的见解并最后写出结论。实验报告应写在一定规格的报告纸上，保持整洁。

7) 每次实验每人独立完成一份报告，按时送交指导教师批阅。

- 3 -

实验一 单相变压器

一、实验目的

1、通过空载(也称开路实验、也称负载实验)和短路实验测定变压器的变化数。 2、通过不同性质的负载实验测取变压器的运行特性。

二、预习要点

1、变压器的空载和短路实验有什么特点,实验中电源电压一般加在哪一方较合适,

2、在空载和短路实验中，各种仪表应怎样联接才能使测量误差最小,

3、如何用实验方法测定变压器的铁耗及铜耗。

三、实验设备及仪表

1)单相变压器 1台

2)三项调压器 1台

3)交流电压表 2块

4)交流电流表 2块

5)低功率因数功率表 1块

6)高功率因数功率表 1块

7)负载灯箱 1台

8)功率因数表 1块

9)单相可调电抗器 1台

或电机及电气技术实验装置 1台 四、实验内容

1、空载实验:测取空载特性 $U=f(I)$, $P=f(U)$ 。 0000

2、短路实验:测取短路特性 $U=f(I)$, $P=f(I)$ 。 kkkk

- 4 -

五、实验说明

1)中小型电力变压器的空载电流约为 $I=(3,10)\%I_N$, 短路电压约为 $U=(5,10)\%U_N$, 以此选择电流表和功率表的量程。 N

2)空载实验应选择低功率因数功率表测量功率 , 短路实验选择高功率因数功率表测量功率 , 以减小测量误差。实验时应辨明调压变压器的输入和输出端 , 以免 错接而损坏实验设备。

3)空载和短路实验时 , 若电源电压加在变压器一次侧 , 由所测数据计算的参数不必归算到一次侧。若电源电压加在变压器二次侧 , 由所测数据计算的参数应归 算到一次侧。

4)空载实验时 , 应注意读取额定电压 U_N 时的相关数据。短路实验时 , 应注意 N

读取额定电流 I_N 时的相关数据。 N

六、实验线路及操作步骤

1、空载实验

实验线路如图1-

1所示。被试变压器选用单相变压器，其额定容量 $P=1\text{kW}$ ， $U_1/U_2=380/220\text{V}$ ， $I_1/I_2=2.6\text{A}/4.5\text{A}$ 。变压器的低压线圈接电源，高压线圈开路。

1N
2N1N2N

低压边交流电压表选用250V挡，交流电流表选用0.5A挡，功率表选用量程选择300V、2.5A、 $\cos\phi=0.2$ 挡。接通电源前，选好所有电表量程，将交流电源调压旋钮调到输出电压为零的位置，然后打开钥匙开关，按下面板上“通”的按钮，

此时变压器接入交流电源，调节交流电源调压旋钮，使变压器空载电压

的范围内，测取变压器的 $U_1=1.2U_2$ ，然后，逐渐降低电源电压，在1.2,0.2 U_2

U_1 、 I_1 、 P_1 ，计算功率因数，为了计算变压器的变化，共取6,7组数据，记录

于表2-

1中，其中 $U_1=U_2$ 的点必测，并在该点附近测的点应密些。为了计算变压

器的变比，在 U_1 附近测取三组原方电压和副方电压的数据，记录于表1-1中。

- 5 -

*

AWA*

a三A

相

调B

v压v

C器

x X

图1-1 单相变压器空载实验接线图

表1-1

实 验 数 据 变比K cosu序号

=P/UI U(V) I(A) P0(w) UAX(V) 000000

1	261	0.72	20	50	1.72	0.106	2	252	0.59	17	436	1.73	0.114	3
241	0.44	15	417	1.73	0.141	4	231	0.34	13.5	400	1.73	0.172	5	
220	0.26	12	382	1.74	0.210	6	211	0.20	10.5	66	1.73	0.249	7	
200	0.14	10	347	1.74	0.357									

2、短路实验

变压器的高压线圈接电源，低压线圈直接短路，实验线路如图1-2所示。

*a

*AWA

三A

相

调B

V压

C器

图1-2 单相变压器短路实验接线图

电压表选择15V档，电流表选择5A档，功率仍选择150V、5A、 $\cos \phi = 0.2$ 挡。接通电源前，先将交流调压旋钮调到输出电压为零的位置，选好所有电表量程，按上述方法接通交流电源。逐次增加输入电压，直至短路电流等于 $1.1I_N$ 为止。 I_N 在0.3,1.1I(0,3A)范围内测取变压器的U、I、P共取4-5组数据记录于表1-2中

表1-2中，其中 $I = I_N$ 的点必测。并记下实验时周围环境温度 θ (?)。

注意:调高电压时，切记应在观察电流表同时缓慢升高。短路实验操作要快，否则线圈发热会引起电阻变化。

表1-2

实 验 数 据 $\cos \phi$

序 号

$U_k / I_k U_k$ U(V) I(A) P(W)

1 3.12 0.66 2 0.9713

2 4.65 0.88 4 0.9775

3 5.4 1.15 6 0.9661

4 7.01 1.51 10 0.9447

5 9.13 1.98 17 0.9404

6 13.50 2.6 34.5 0.9829

七、实验报告

1、计算变化

由空载实验测取变压器的原、副方电压的三组数据，分别计算出变比，然后取其 - 7 -

平均值作为变压器的变比K。

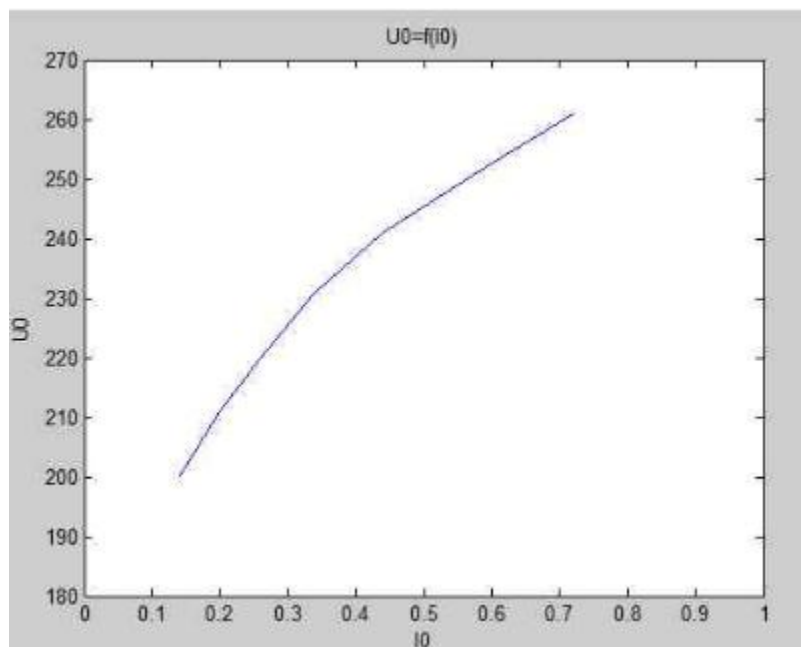
$$K = U_1 / U_2$$

答:变比的值如表中所示。所以求出变比的平均值有:K=1.73

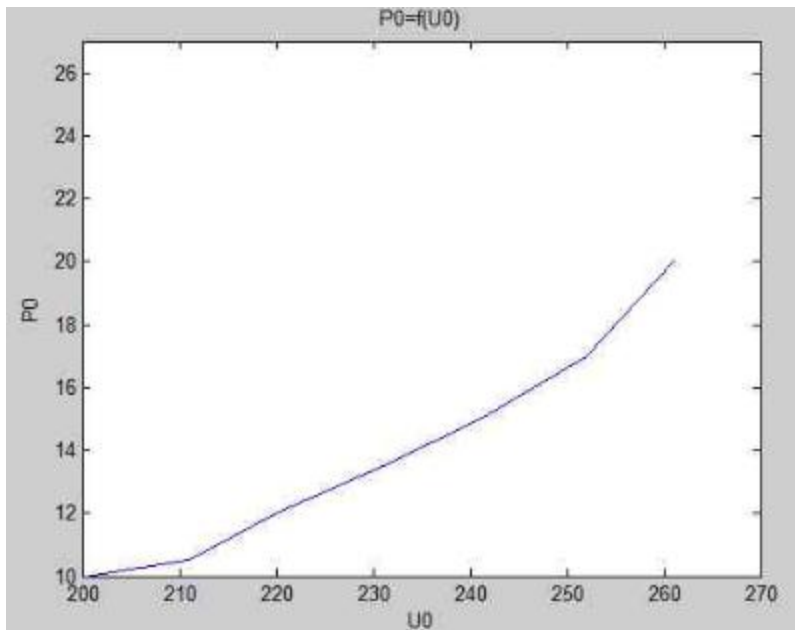
2、绘出空载特性曲线和计算激磁参数

(1)绘出空载特性曲线: $U = f(I_0)$, $P = f(U)$, $\cos\phi = f(U)$ 。其中 $\cos\phi = P/U$
I。 0000000000

答:

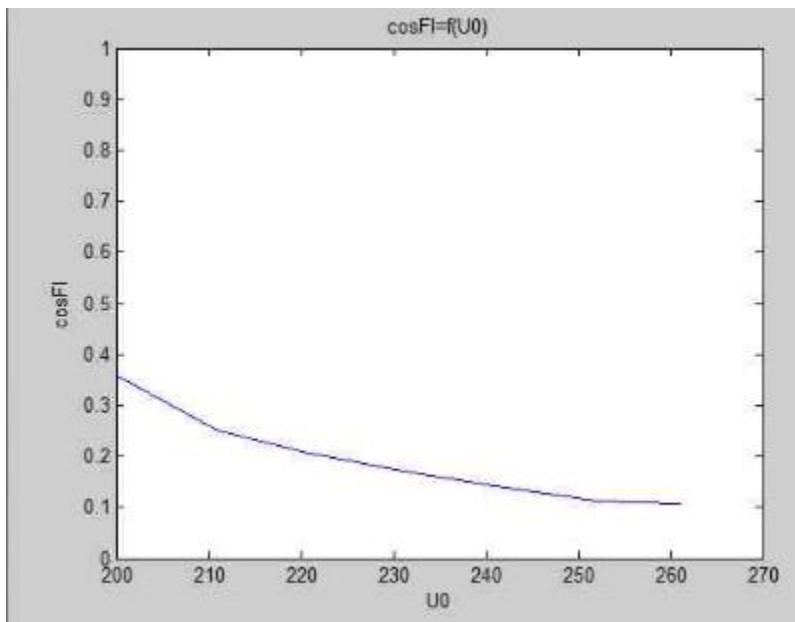


$$U = f(I_0)$$



$$P = f(U) \quad (1)$$

- 8 -



$$\cos\phi = f(U) \quad (2) \text{ 计算激磁参数}$$

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

ϕ_0

$$P_{0,m2} I_0$$

$$U_0, Z_m I_0$$

22 X, Z, mmm 答:当 $U_0 = U_N = 220V$ 时, 由实验数据可知, $P_0 = 12W$, $I_0 = 0.26A$,

所以, 可以算的:

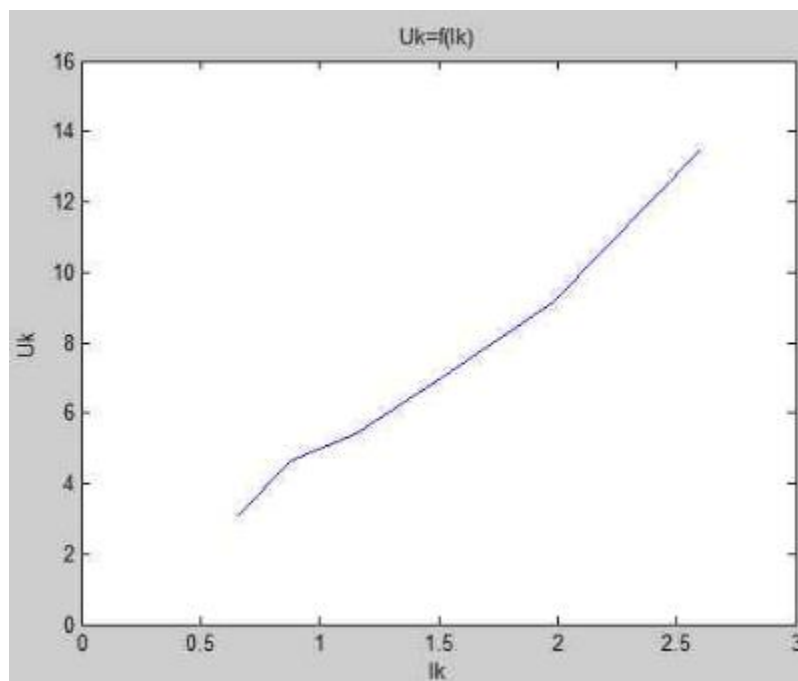
$$\gamma_m = P_0 / (I_0^2) = 177.5 \Omega$$

$$Z_m = U_0 / I_0 = 846.2 \Omega$$

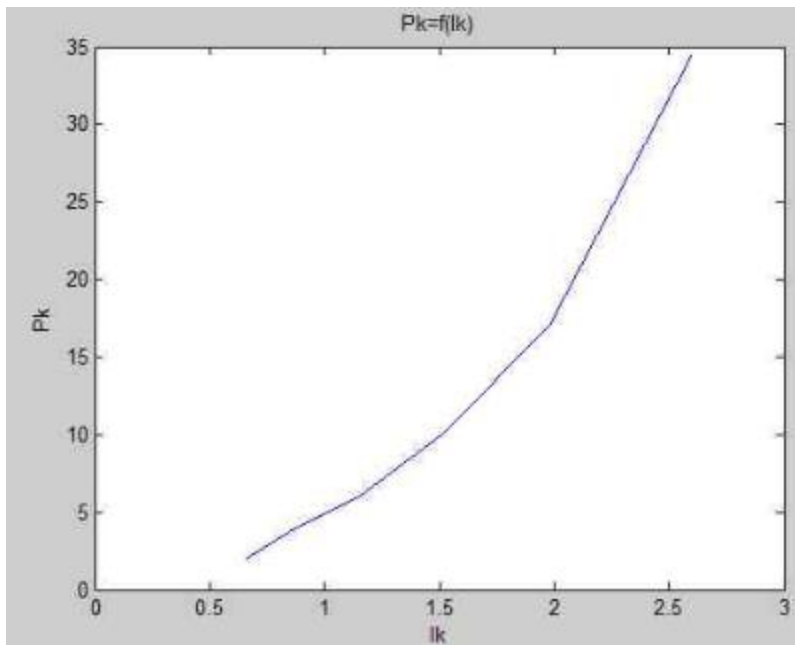
$X_m = 827.4 \Omega$ 3、绘出短路特性曲线和计算短路参数

(1) 绘出短路特性曲线: $U = f(I)$, $P = f(I)$, $\cos \phi = f(I)$ 。 0KKKKK 答:

- 9 -

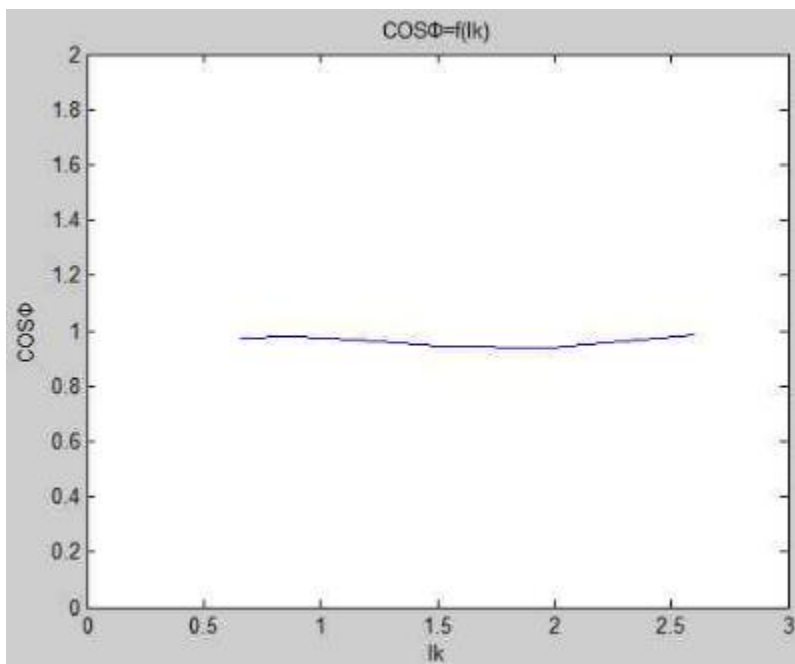


$$U = f(I) \text{ KK}$$



$$P = (I)_{KK}$$

- 10 -



$$\cos\Phi = f(I)_{OK}$$

(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，由下式计算出

实验环境温度为 $\theta(?)$ 下的短路参数。

$$U_{K1}, Z_{K1} I_K$$

$$P_{K1}, I_K^2 I_K$$

$$Z_{K2}, X_{K2}, Z_{K2} I_K$$

然后，折算到试低压方：

$$Z_K, Z_{K2} K$$

$$I_K, I_K^2 K$$

$$X_K, X_{K2} K$$

由于短路电阻 r 随温度而变化，因此，算出的短路电阻应按国家标准换算到基 K

准工作温度 75° 时的阻值。

- 11 -

$$234.5, 75, I_K^2, K75:CK, 234.5, I_K^2$$

$$Z_{K2}, X_{K2}:K75:CK75:CK$$

式中:234.5为铜导线的常数，若用铝导线常数应改为228。

阻抗电压

$$I Z_{NK75:CK}, 100\% U_K U_N$$

$$I r_{NK75:CK}, 100\% U_K U_N$$

$$I X_{NK}, 100\% U_K U_N$$

$2I = I$ 时的短路损耗为 $P = I$ 。 $\gamma?KNKN75$

答: $U_k = 13.5V$, $I_k = 2.6$, $P_k = 34.5W$, $Z_k = U_k/I_k = 5.20\Omega$

$\gamma_k = 34.5/(2.6 \times 2.6) = 5.10\Omega$, $X_k = 1.01\Omega$ 由于
 , 所以折算到75摄氏度时

$\gamma_k(75?) = 6.15\Omega$, $Z_k(75?) = 6.23\Omega$

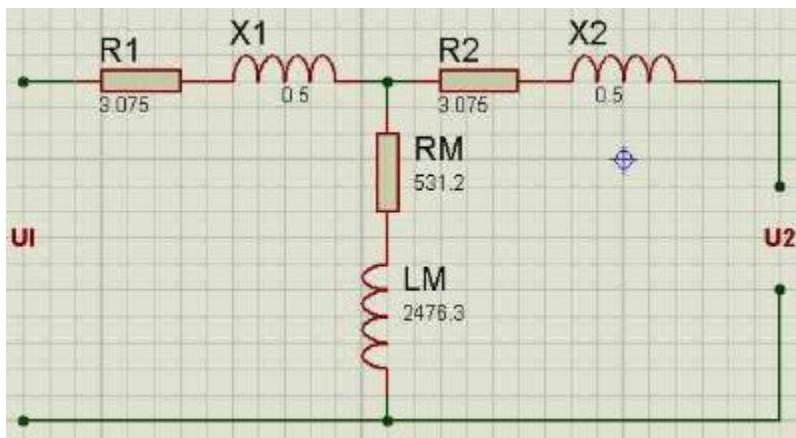
折算到低压侧为: $\gamma_k(75?) = 2.05\Omega$, $Z_k(75?) = 2.08\Omega$

4、用空载和短路实验测算的参数，画出被试变压器折算到高压方的“r”型等

效电路。

答: 假设 $Z_1 = Z_2 = 3.115\Omega$, $R_1 = R_2 = 3.075\Omega$, $X_1 = X_2 = 0.5\Omega$

将 Z_m 折算到高压处: $Z_m = 2532.6\Omega$, $\gamma_m = 531.2\Omega$, $X_m = 2476.3\Omega$



- 12 -

实验二 三相变压器实验 一、实验目的

1、通过空载和短路实验，测定三相变压器的变比和参数。

2、通过负载实验，测取三相变压器的运行特性。 二、预习要点

1、如何用双瓦特计法测三相功率，空载和短路实验应如何合理布置仪表。

- 2、三相芯式变压器的三相空载电流是否对称。
- 3、如何测定三相变压器的铁耗和铜耗。

三、实验设备及仪表

- 1、三相变压器3kw 1台
 - 2、三相调压变压器15KVA 1台
 - 3、交流电压表 2块
 - 4、交流电流表 3块
 - 5、低功率因数功率表 2块
 - 6、高功率因数功率表 2块
 - 7、三相可调电阻器或灯箱 1台
 - 8、三相可调电抗器 1台
 - 9、功率因数表 1块
- 或电机及电气技术实验装置 1台
- ### 四、实验内容

- 1、测定变比。

- 2、空载实验:测取空载特性 $U=f(I)$, $P=f(U)$ 。

- 3、短路实验:测取短路特性 $U=f(I)$, $P=f(U)$ 。

KKKK- 13 -

五、实验说明

- 1、中小型电力变压器的空载电流以约为 $I=(3,10)\%I_N$, 短路电压约为 $U=(5,10)\%U_N$, 以此选择电流表和功率表的量程。

- 2、空载实验应选择低功率因数功率表测量功率, 以减小测量误差。

- 3、空载和短路实验时, 若电源电压加在变压器一次侧, 由所测数据计算的参数不必归算。若电源电压加在变压器二次侧, 由所测数据计算的参数应归算到一次侧。

- 4、空载实验读取数据时, 要注意读取额定电压 U_N 时的相关数据。短路实验要

注意读取额定电流 I_N 时的相关数据。

- 5、变压器一次和二次绕组接法不同时, 参数计算应则注意对应的电压和电流。
- ### 六、实验线路及操作步骤

- 1、测定变比

被试变压器选用三相三线圈芯式变压器，额定容量 $P=3\text{kw}$ ， $U_1/U_2=380/220\text{V}$ ， $I_1/I_2=4.5/7.8\text{A}$ ，Y-Y接法。

三相

相Y

调

压C 器

U₁U₂

图2-1 三相变压器变比实验接线圈

实验线路如图2-1所示。实验时只用高、低压两组线圈，接通交流电源的操作步骤和单相变压器实验相同，电源接通后，调节外施电压 $U=0.5U_1$ ，通过电压表测取高、低压线圈的线电压 U_1 、 U_2 、 U_3 、 U_4 、 U_5 、 U_6 ，记录于表2-1。

ABBCCAabbccn

表2-1

- 14 -

+K+K U(V) KU(V) U(V) ABC

K K K K= ABC

U U U U U U 3 ABabBCbcCAca

382 220 1.74 383 221 1.73 382 220 1.74 1.72 1.72

2、空载实验

aA xX*

* WA

三A vv相

bByYA调B

压 C器W*CV czZ*A

图2-2 三相变压器空载实验接线图

实验线路如图2-

2所示，变压器低压线圈接电源，高压线圈开路。接通电源前，先将三相调压器调到输出电压为零的位置。选好所有电表量程，电压表:300V挡位，电流表:150mA档位，功率表W:U=300V、电流I=2.5A、 $\cos\varphi=0.2$ 挡位，这样每小格为1W。电源接通后，调节调压旋钮，使变压器的空载电压 $U=1.2U_N$ ，并注意三相电压要基本对称，然后逐渐降低电源电压，在 $1.2U_N, 0.2U_N, 0.1U_N(260V, 60V)$ 范围内，测取变压器三相线电压、电流和功率(注意功率 P_N

表正负，总有功功率为功率表的代数和)，共取6-7组数据，记录于表2-2中，其中 $U=U_N$ 的点必测。实验完后，断开电源。 $0.2U_N$

表2-2

实 验 数 据 计 算 数 据 序 号

U/V I/mA P/W P/W P/W $\cos\varphi$ 0abb001020

1 256.2 61.2 29.8 -2.4 32.2 0.00119

2 221.8 42.2 20.6 -1.9 22.5 0.00139

3 204.2 39.1 18.0 -1.7 19.7 0.00142

4 154.2 27.8 10.0 -1.1 11.1 0.00149 - 15 -

5 114.2 16.5 4.2 -0.8 5.0 0.00153

6 60.2 12.5 1.6 -0.5 2.1 0.00161

3、短路实验

实验线路如图2-

3所示。变压器高压线圈接电源，低压线圈直接短路。接通电源前，应将三相调压器调到输出电压为零的位置，选好所有电表量程，电压表:60V挡位，电流表:5A档位，功率表W:U=150V、电流I=5A、 $\cos\phi=0.2$ 挡位，这样每小格为1W。接通电源后，逐渐增大电源电压，使变压器的短路电流 $I=1.1I_N=5A$ ，并注意三相电源电压基本对称。然后逐渐降低电源电压，在 $1.1I_N \sim 0.2I_N$ 的范围内，测取变压器的三相输入电压、电流及功率，共取4-5组数据， I_N

记录于表2-

3中，其中 $I=I_N=4.5A$ 点必测。实验时，记下周围环境温度 $\theta(?)$ ， K_1N

作为线圈的实际温度。(注:升高电压时，同时观测电流表变化，使电流表最大值不超过 $1.1I_N=$

5A，短路实验要快，否则线圈发热，会引起电阻变化。) I_N

A* X_{ϕ}

A_W * 三 A_V 相 $B_Y Y_B A$ 调B

压

C 器* $W_V C$ $Z_Z C A$ *

图2-3 三相变压器短路实验接线图

表2-3 $\theta=22^\circ$?

实 验 数 据 计 算 数 据 序 号

U/V I/A P/W P/W P(W) $\cos\phi$ $K_1 A B B K_1 K_2 K$

1 22.10 4.945 111.2 -4.8 116.0 0.6128

2 20.35 4.490 94.8 -4.0 98.8 0.6243

3 17.60 3.445 51.2 -1.2 52.4 0.4990 - 16 -

4 11.05 2.555 26.0 0.2 26.2 0.9280

5 6.10 1.490 6.2 1.1 7.3 0.8032

七、实验报告

1、计算变压器的变化

根据实验数据，计算出各项的变化，然后取其平均值作为变压器的变比。

$$UUU_{BCCAAB}K, K, K_{ABC}UUU_{abbcca}$$

答:根据表格知道 $K=1.72$

2、根据空载实验数据作空载特性曲线并计算激磁参数

(1)绘出空载特性曲线: $U=f(I)$ 、 $P=f(U)$ 、 $\cos\varphi=f(U)$ 。 00000

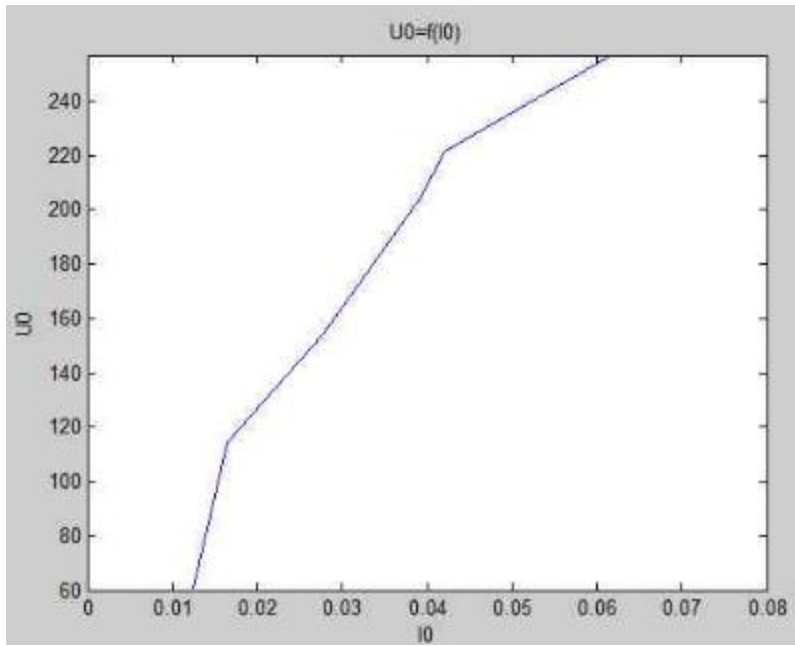
$$U, U, U_{abbcca} U_{03}$$

$$I, I, I_{abbcca} I_{03}$$

$$P=P?P 00102$$

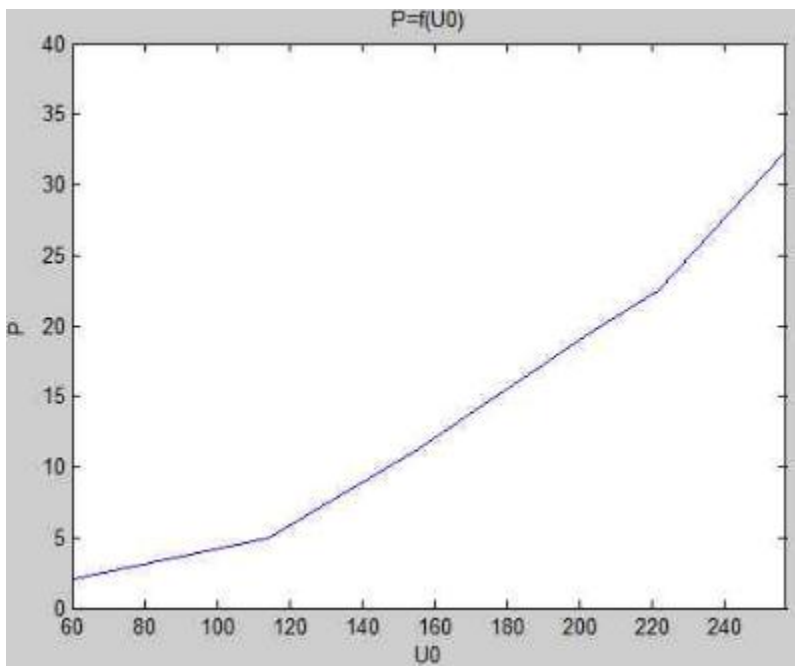
$$P\cos, 03 UI_{00}$$

$$U=f(I) 00$$

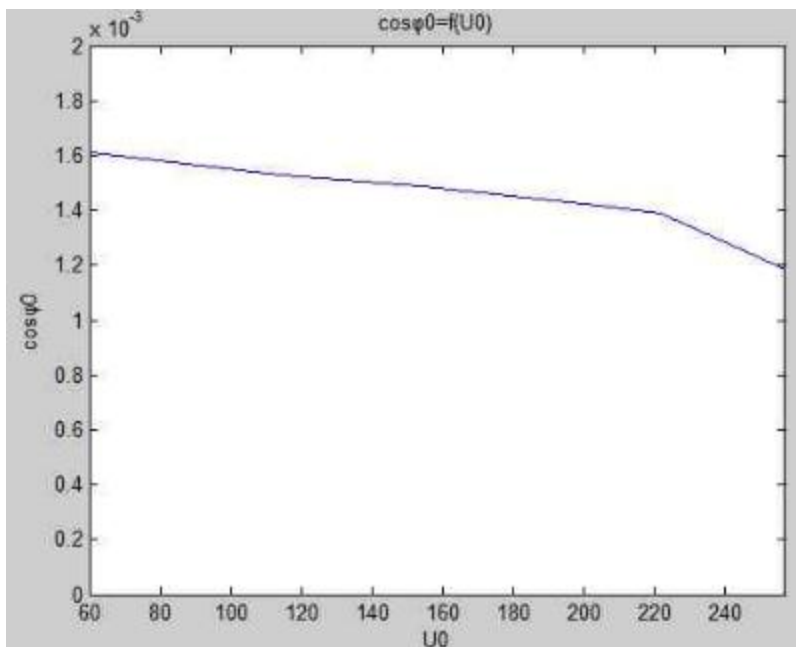


- 17 -

$$P = f(U)_0$$



$$\cos u = f(U)_{00}$$



(2) 计算激磁参数

从空载特性曲线查出对应于 $U = U_0$ 时的 I 和 P 值，并由下式求取激磁参数。

0 N 0 0

$$P_{0, m23} I_0$$

$$U_0 Z_{, m3} I_0$$

$$22 X, Z_{, mmm}$$

由实验数据计算得到,,,,,,0.0073;3.0345;3.0345 $Z R_{mmm} - 18 -$

3、绘出短路特性曲线和计算短路参数

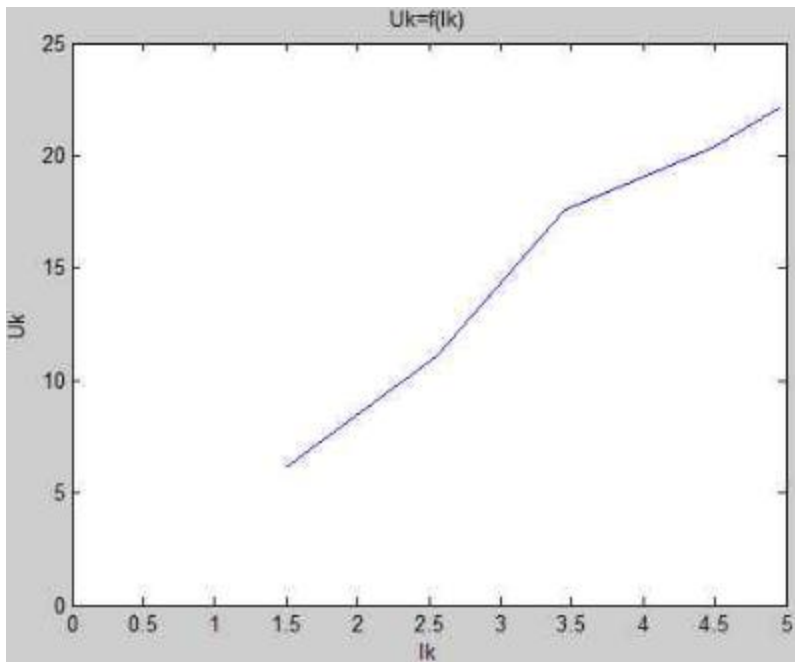
(1) 绘出短路特性曲线 $U = f(I)$ 、 $P = f(I)$ 、 $\cos \phi = f(I)$ 。 KKKKKK

$$U, U, U_{ABBCCA} U, K3$$

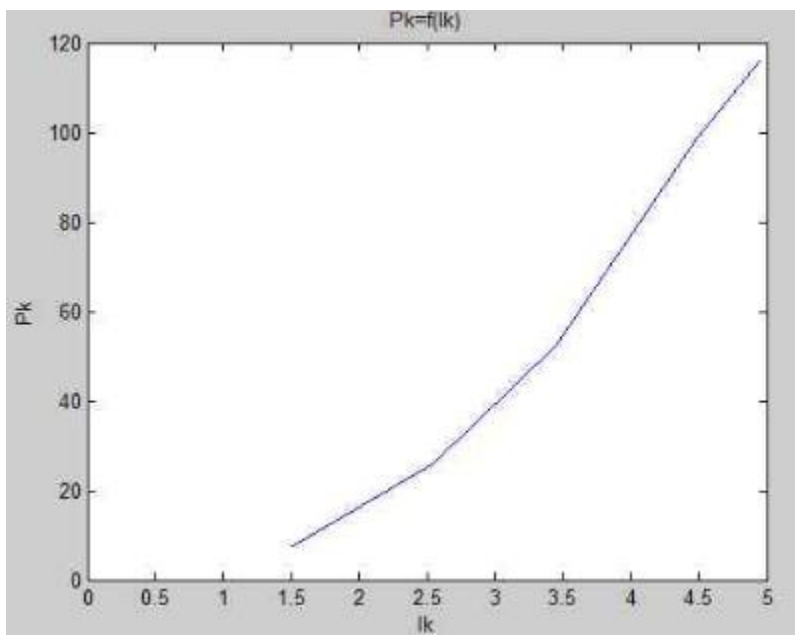
$$I, I, I_{ABC} I, K3$$

$$P_K \cos, K3 UI_{KK}$$

$$U = f(I) \text{ KK}$$

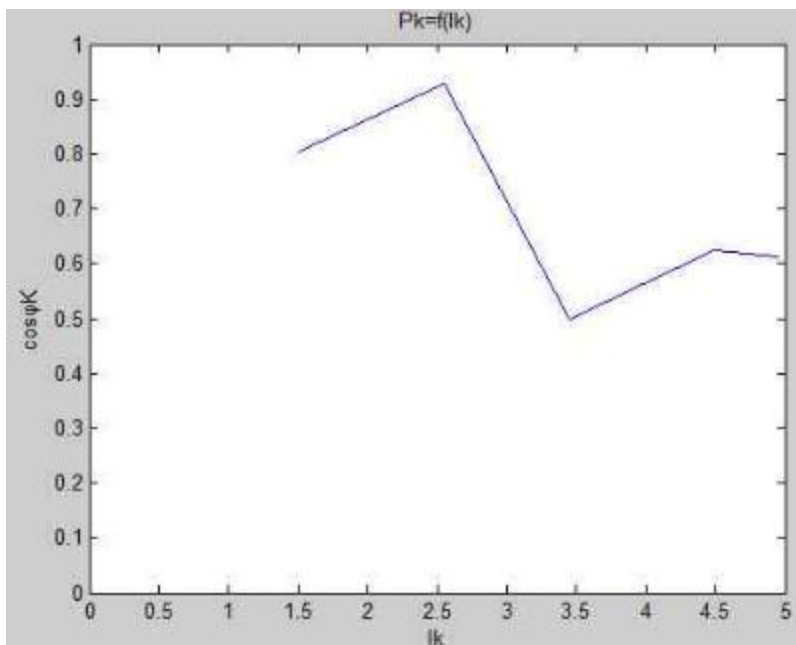


$$P = f(I) \quad \kappa \kappa$$



- 19 -

$$\cos u = f(I) \quad \kappa \kappa$$



(2) 计算短路参数

从短路特性曲线查出对应于 $I = I_k$ 时的 $U = U_k$ 值，并由下式算出实验环境温度 $\theta_{KNK}(?)$ 时的短路参数。

$$P_{K1}, P_{K2} 3 I_N$$

$$U_{K1}, U_{K2} 3 I_N$$

$$Z_{K1}, Z_{K2}, X_{K1}, X_{K2}, Y_{K1}, Y_{K2}$$

折算到试低压方

$$P_{K1}, P_{K2} K$$

$$Z_{K1}, Z_{K2} K$$

$$X_{K1}, X_{K2} K$$

换算到基准工作温度的短路参数为 γ_{K75} 和 Z_{K75} ，计算出阻抗电压

$$I Z_{NK75} : U_N, 100\% U_N$$

- 20 -

$$I r_{NK75} : U_N, 100\% U_N$$

$I_X 3_{NK} U_i, 100\%_{KX} U_N$

2I=I时的短路损耗 $P=3I\gamma$ 。 ?KNKNNK75

4、用空载和短路实验测算的参数，画出被试变压器的“r”型等效电路

。 八、思考题

1、通常做变压器的空载实验时在低压边加电源，而做短路实验时在高压边加电 源，这是为什么，

答:空载实验要测量额定电压的电路参数，在低压侧做所加电压较小，有利于保证实验人员人身安全。而短路实验要测量额定电流下的电路参数，在高压测做功 率损耗较小，能有效防止变压器过热。

2、在做变压器空载实验与短路实验时，仪表的布置有什么不同,说明理由。

答:空载试验在低压边加电源，因为空载试验要测额定电压下的电流、功率，在 低压边做需要加的电压较小，有利于保证实验人员人身安全;

短路实验在高压边加电源，高压测的额定电流较小，产生的功耗较小，有 利 于防止电路过热，损坏变压器。

3、为什么做空载实验时，所测量的数据中一定要包含额定电压点。

答:因为变压器负载运行的等效电路中，励磁阻抗 x 是额定电压 U 下的励磁阻 $m N$

抗。

4、在接线时如果将三相自耦调压器的输入输出，接反调压器在零位时合闸，会 出现什么情况，

答:电压表、电流表、功率表急剧偏转，有可能损坏实验仪器。

实验三 三相变压器的联接组实验 一、实验目的

- 1、掌握用实验方法测定三相变压器的极性。
- 2、掌握用实验方法判别变压器的联接组。
- 3、观察三相变压器线圈不同的连接法和不同铁心结构对空载电源、电动势波形的影响。

二、预习要点

- 1、联接组的定义。为什么要研究联接组。国家规定的标准联接组有哪几种。
- 2、如何把Y/Y-12联接组改成Y/Y-6联接组以及把Y/?-11改为Y/?-5联接组。
- 3、三相变压器线圈的连接法和磁路系统对空载电流和电动势波形的影响。

三、实验设备及仪表

- 1)三相调压变压器 1台
 - 2)三相芯式变器 1台
 - 3)三相组式变压器 1组
 - 4)多量程交流电压表 1块
 - 5)可调电阻器 1台
 - 6)示波器 1台
- 或电机及电气技术实验装置 1台

四、实验内容

- 1、测定变压器的极性。
- 2、连接并判定以下联接组。

(1)Y/Y-12

- 22 -

(2)Y/Y-6

(3)Y/?-11

(4)Y/?-5

3、观察不同连接法和不同铁心结构对空载电流和电动势波形的影响(演示)。 五、实验说明

1)实验时应辨明三相调压器的输入和输出端，以免错接。

2)实验时外施电压不能过低(190V左右)，以免引起仪表读数误差过大。

六、实验线路及操作步骤

1、测定极性

(1)测定相间极性

被试变压器选用三相芯式变压器，用其中高压和低压两组线圈，额定容量 $S=3\text{KW}$ ， $U=380/220\text{V}$ ， $I=2.6/4.5\text{A}$ ，Y/Y接法。用万用表的电阻挡测出高、NNN

低压线圈12个出线端之间哪两个相通，并观察其阻值。阻值大为高压线圈，用A、B、C、X、Y、Z标出首末端。低压线圈标记用a、b、c、x、y、z。按照图3-

1接线，将Y、Z两端点用导线相联，在A相施加约50%U的电压，测出电
1N

压 U_A 、 U_B 、若 $U_A=|U_B-U_C|$ ，则首末端标记正确;若 $U_A=|U_C-U_B|$ ，则标
BYCZBCBYCZBCBYCZ记不对。须将B、C两相任一相线圈的首末端标记对调。

然后用同样方法，将N、C两相中的任一相施加电压，另外两相末端相联，定出 A相首、末端正确的标记。

AaXx

A三

相BybYB

调

C压CZcz器

图3-1 测定相间极性接线图

- 23 -

(2)测定原、副边极性

暂时标出三相低压线圈的标记a、b、c、x、y、z，然后按照图3-2接线。原、副方中点用导线相连，高压三相线圈施加约50%的额定电压，测出电压U、U、AXBYU、U、U、U、U、U、U，若U=U-U，则A相高、低压线圈同CZaxbyczAaBbCcAaAXax

柱，并且首端A与a点为同极性;若U=U+U，则A与a端点为异极性。AaAXax

用同样的方法判别出B、C两相原、副方的极性。高低压三相线圈的极性确定后，

根据要求连接出不同的联接组。

AaXxA三

相BbYyB

调

C压CZcz器

图3-2 测定原、副边极性接线图

2、检验联接组

(1)Y/Y-12

B

AXx

aA三**.

E_{AB} 相
 b_{xz}
 $BBYy$.调
 b_y^{**}
 E_{ab} 压
 $C_{CaAcCZz}$ 器
 c^{**}

图3-3 Y/Y-12联接组

按照图3-3接线。A、a两端点用导线联接，在高压方施加三相对称的 $0.5U=190V$ ， $1N$

测出 U_A 、 U_B 、 U_C 、 U_{AB} 及 U_{AB} ，将数字记录于表3-1中。
 $ABabBbCcBc$

- 24 -

表3-1

实验数据 计算数据

U_A U_B U_C U_{AB} U_{AB} K $U(V)$ $U(V)$ $U(V)$
 $ABabBbCcBcLBbCcBc$

191 62 126 127 168 3.08 128.96 128.96 168.73 根据Y/Y-12联接组的电动势相量图可知。

$$U_A = U_B = (K-1)U_{BbCcLab}$$

$$2U_A U(K,K,1)_{BbCcLL}$$

$U_{AB}K$,式中，为线电压之比。
 U_{ab}

若用上两式计算出的电压 U_A 、 U_B 、 U_C 的数值与实验测取的数值相同，则表示 $BbCcBc$

线图连接正常，属Y/Y-12联接组。测取完后，关闭电源，重新接线进行下面实 验内容。

(2)Y/Y-6

将Y/Y-12联接组的副方线圈首、末端标记对调，A、a两点用导线相联，如图3-4所示。

B

AXa

.xA三**EABzx相BBYbyc调yA**C压C.aCZcEab器zb**

-4 Y/Y-6 图3

按前面方法测出电压U、U、U、U、及U，将数据记录于表3-2中。

ABabBbCcBc

表3-2

实验数据 计算数据

U(V) KU(V) U(V) U(V) U(V) U(V) U(V) U(V) LBbABaBbCcBcCcBc191
63 255 256 230 3.03 253.89 253.89 228.98 - 25 -

根据Y/Y-6联接组的电动势相量图可得。

$U = U = (K + 1)U_{BbCcLab}$

$2U, U(K, K, 1)_{BCabLL}$

若由上两式计算出电压U、U、U的数值与实测相同，则线圈连接正确，
属 BbCcBc

于Y/Y-6联接组。测取完后，关闭电源，重新接线进行下面实验内容。
(3)Y/?-11

按图3-

5接线。A、a两端点用导线相连，高压方施加对称额定电压，测取U、
ABU、U、U、及U，将数据记录于表3-3中。 B_{ab}BbCcBc

AXaA*三x*.相BBYEABxz调bb*y*.y压CEabCZ器ccC*a*zA

图3-5 Y/?-11

表3-3

实验数据 计算数据

U(V)	KU(V)	U(V)	U(V)	U(V)	U(V)	U(V)	U(V)	LBbABabBbCcBcCcBc
191	34	160	160	160	5.61	162.19	162.19	162.19

根据Y/?-11联接组的电动势相量可得。

$$2 \ U, U, U, U(K, 3K, 1)BbCcBcabLL$$

若由上式计算出电压U、U、U的数值与实测值相同，则线圈连接正确，BbCcBc

属于Y/?-

11联接组。测取完后，关闭电源，重新接线进行下面实验内容。

(4)Y/?-5

将Y/?-11联接组的副方线圈首、末端的标记对调，如图3-6所示。实测方法同前，测取U、U、U、U、U，将数据记录于表3-4中。ABabBbCcBc

$$BAXax.A \equiv E_{AB}^{**}$$

相BBYbzxyA调y.a**压CEabCCZc器zc**-6 Y/?-5 图3b

表3-4

实验数据 计算数据

U(V)	KU(V)	U(V)	U(V)	U(V)	U(V)	U(V)	U(V)	LBbABabBbCcBcCcBc
191	34	223	223	223	5.62	221.18	221.18	221.18

根据Y/?-5联接组的电动势相量图可得。

$2 U_1 U_2 U_3 U_4 (K, 3K, 1) BbCcBcabLL$

若由上式计算出电压 U_1 、 U_2 、 U_3 的数值与实测值相同，则线圈连接正确，属 $BbCcBc$

于Y/?-5联接组。

七、实验报告与要求

(1)绘出测定三相变压器相间极性和一次、二次同名端(极性)的实际接线图，列出被试变压器的主要额定数据。

答:实际接线方式参考上面的线路图

(2)绘出测定三相变压器不同联结组号的实际接线图。

答:实际接线方式参考上面的线路图

(3)对于不同联结组标号的三相变压器，根据实测电压值与计算电压值数据，并进行分析比较。

答:数据处理结果见上面表格

(4)分析三相变压器不同铁心结构和不同绕组联结方式时，对变压器空载电流

及二次侧电动势数值大小、波形的影响。

- 27 -

答:对于采用Yy连接的变压器,3次谐波电流不能在绕组中流通,励磁电流基本上为正弦波,因此主磁通的波形取决于铁心磁路结构.

对于三相变压器组,时其线电动势仍为正弦波,但是幅值较高的尖顶波的相电动势会对变压器绝缘材料构成很大威胁,对于三相心式变压器,即使在磁路饱和时,主磁通以及相电动势都接近正弦波,会产生涡流损耗而降低变压器的效率.对于Dy和Yd 连接的变压器,线电动势中没有3次谐波,最终主磁通和电动势波形都接近正弦波.

(5)用表3-

5中的公式对实测几种三相变压器联结组标号的数据进行校核。

答:见上面的处理过程.

八、实验思考

(1)在测量三相变压器的相间极性时，为什么要用高内阻的电压表来测量，

答:这样才可以保护电压表免受损坏。

)测定三相变压器联结组标号时为什么将一次、二次绕组的A、a两端子用
(2

导线连接，

答:使两点电位相同，即在向量图中使两者重合，便于计算与验证连接组的正确性。

(3)为什么三相组式变压器的三次谐波电动势比三相芯式变压器大，

答:三相组式变压器磁路是相互独立的，它的三次谐波存在于磁路中。而三相心式变压器是相互关联的。但由于它们的三次谐波的相位相同，所以它们不会组成闭合的磁路，而是经由绝缘介质和变压器箱壁而闭合，而在穿过变压器油时，损耗极大，所以三相心式变压器的三次谐波较组式的小。

(4)分析三相组式变压器不宜采用Yyn与Yy联结方式的原因。

答:由于三相谐波中的三次谐波电动势是同相的，因此在线电动势中相互抵消，即线电动势仍为正弦波。但是，相电动势 $e = e_1 + e_3$ ，e的幅值较基波电动势有了较大增加。幅值较大的尖顶波对变压器绝缘材料构成很大威胁，因此不宜采用 Yyn与Yy联结方式

- 28 -

表3-5 变压器联接组校核公式 (设: $U_{ab}=1$, $K_L=U_{AB}/U_{ab}=U_{AB}$)

$U = U \quad U \quad U / U$ 组别 BbCcBcBcBb

$0 K-1 > 1 K, K, 1 LLL$

$221 > 1 K, 1 K, 3K, 1 LLL$

$222 > 1 K, K, 1K, K, 1 LLL$

$223 > 1 K, 1 K, 3K, 1 LLL 24 + 1 > 1 K, K, 1 L$

$225 = 1 K, 3K, 1K, 3K, 1 LLL$

$26 K+1 < 1 K, K, 1 L$

$227 < 1 K, 1 K, 3K, 1 LLL$

$228 < 1 K, K, 1K, K, 1 LLL$

$229 < 1 K, 1 K, 3K, 1 LLL 210 - 1 < 1 K, K, 1 LLL$

$2211 = 1 K, 3K, 1K, 3K, 1 LLL$

- 29 -

实验四 直流发电机 一、实验目的

1)掌握并励直流发电机建立稳定电压的操作过程。

2)掌握如何用实验方法测定直流发电机的运行特性。 二、实验内容

1)观察并励直流发电机的自励过程。

2)测定他励直流发电机的空载特性 $U = f(I)$ 、外特性 $U = f(I)$ 和调整特性 $I = f(I)$ 。
Off

3)测定并励直流发电机的外特性 $U = f(I)$ 。

三、实验设备与仪表

1)直流发电机 1台 2)直流电动机 1台 3)可调电阻器($R = 500\Omega$
 $R = 2K\Omega$) 3台 $f_1 f_2$

4)直流电压表 2块 5)直流电流表(I 、 $I=1A$ 挡 I 、 $I=10A$ 挡) 3块 $f1f2F$

6)转速表或测速仪 1台 7)可调有源负载 1台 或电机及电气技术实验装置 1台 四、实验预习

1)复习并励直流发电机的自励条件及达到自励条件应采取的措施。

2)预习直流发电机的空载特性和外特性的定义及测定的条件。

3)了解测取直流发电机空载特性和外特性的实验线路。 - 30 -

五、实验说明

1)注意正确起动直流电动机，使直流电动机的转向与发电机规定的转向一致。若电动机容量小则可以直接起动。

2)并励直流发电机实验时，应检查发电机是否有剩磁，若无剩磁应对发电机进行充磁。

3)直流发电机的负载使用可调有源负载，所加负载不能超过发电机的额定容量。 4)实验线路图4-

1中Q是双向开关，可以闭合直流发电机励磁回路至他励位置 2

或并励位置。

5)直流发电机空载实验时，励磁电流应单方向调节。

六、实验操作方法

直流发电机的实验线路如图4-

1所示，作为驱动电机的并励直流电动机M的转

子与直流发电机G的转子机械连接。

cRQ₁

他励

Q₂

并励1AA

If2U_DVRf2AG2AG1G

R1M_{U_F}VAM2AM1

Rf1AIf1Q3

R1AIf

图4-1 直流发电机的实验线路

1(并励直流发电机的自励过程

1)将并励直流电动机M电枢回路的起动电阻R，调至最大值、励磁回路电阻R_{1f1}调至最小值，断开直流发电机G的励磁开关Q和负载开关Q。₂₃

2)闭合电源开关Q起动直流电动机，调节电动机电枢回路电阻R和励磁回路电₁₁

- 31 -

阻R，使电动机转速达到额定值n并保持不变。_{f1N}

3)检查直流发电机有无剩磁的方法是，断开发电机励磁回路双向开关Q，在发₂

电机转速 $n=n$ 的状态下，用电压表测量发电机电枢两端有无剩磁电压。若无剩_N

磁电压，则将发电机励磁回路双向开关Q闭合至他励位置进行充磁即可。₂

4)将直流发电机励磁回路电阻R调至最大值，双向开关Q闭合至并励位置。

{f22}5)在发电机空载且转速 $n=n$ 的状态下，逐步减小励磁回路电阻R值，观察发电{Nf2}机电枢两端的电压U的变化情况。若电枢电压U上升，即发电机励磁绕组与电_{FF}

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。
如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/618040034114006120>