

电机实验

郑州电力学校电工电机教研组

一九八七年九月

目 录

电机实验须知.....	(2)
实验一、单相变压器的空载和短路实验.....	(5)
实验二、单相和三相变压器的连接组实验.....	(9)
实验三、三相变压器不对称短路实验.....	(14)
实验四、单相变压器并联运行实验.....	(21)
实验五、同步发电机的特性实验.....	(24)
实验六、同步发电机参数的测定.....	(29)
实验七、同步发电机并列运行实验.....	(35)
实验八、三相异步电动机的工作特性与机械特性实验.....	(42)
实验九、三相异步电动机的起动实验.....	(48)
实验十、并激直流发电机的特性实验.....	(54)
实验十一、并激直流电动机的起动、调速和反转实验.....	(59)

目 录

电机实验须知.....	(2)
实验一、单相变压器的空载和短路实验.....	(5)
实验二、单相和三相变压器的连接组实验.....	(9)
实验三、三相变压器不对称短路实验.....	(14)
实验四、单相变压器并联运行实验.....	(21)
实验五、同步发电机的特性实验.....	(24)
实验六、同步发电机参数的测定.....	(29)
实验七、同步发电机并列运行实验.....	(35)
实验八、三相异步电动机的工作特性与机械特性实验.....	(42)
实验九、三相异步电动机的起动实验.....	(48)
实验十、并激直流发电机的特性实验.....	(54)
实验十一、并激直流电动机的起动、调速和反转实验.....	(59)

电机实验须知

电机实验是“电机学”课程教学中的一个重要环节。通过实验不但可以验证电机理论，更重要的是要掌握基本的实验方法和操作技能。

实验过程中，为了确保人身与设备安全，必须严格遵守实验室的安全操作规程。

一、安全规程

(一)、人身安全

- (1)、不准穿拖鞋进入实验室。
- (2)、实验前应脱去大衣、围巾、手套，长发辫应戴工作帽，以免卷入电机的旋转部分。
- (3)、人体不准接触带电线路。
- (4)、不准带电操作，调换接线或变更仪表量程，应先切断电源。
- (5)、接好线，经指导老师检查认可后，必须招呼全组同学引起注意，才能合电源开关。
- (6)、电机转动时，不准用手或脚去制动。

(二)、仪表、设备的安全

- (1)、不准坐在仪器设备和实验台上。

- (2)、合开关应迅速果断，以免产生电弧烧坏开关。
- (3)、使用瓦特表、万用表及其他多量程仪表，应事先选择好转换开关的位置和量程。
- (4)、使用滑线电阻，在移动滑柄时应注意接触良好。
- (5)、实验中如果发生事故，应立即切断电源开关，保持现场并报告指导老师，进行检查，分析确定事故原因，排除故障后才能继续进行实验。

二、实验前的准备工作

- (1)、每班分好8个实验小组，推选组长一人，负责全组的安全和实验组织工作（如分工记录、接线、读表、调节转速等）。
- (2)、实验前认真预习实验指导书，复习与实验有关的课程内容，明确实验的目的要求，了解实验方法和步骤。
- (3)、记录被试电机名牌的额定值，选好仪表量程，校准仪表零位，熟悉刻度。
- (4)、按图接线，接好后选由一位同组学员进行检查，最后请指导老师检查，认可后才能进行实验。未经教师检查，擅自接通电源进行实验，若损坏仪器设备应由当事人和组长负责赔偿。

三、实验中和实验后的注意事项

- (1)、接通电源，起动电机或少许升高电压，首先观察所有仪表

是否正常（如有、无读数，指针正、反偏转等）。若有异常，立即切断电源，查找原因，进行处理后再进行实验。

(2)、根据试验数据的最小和最大值，按照计划测取 5~6 组数据。并根据课程理论判断各数据的大致变化趋势，做到心中有数。

(3)、实验完毕，先不要拆线。应将实验记录数据交指导教师审查无误后才能拆线。将工具交还给老师，设备、仪表、导线等整理好放在实验台上。

四、实验报告

实验报告的具体内容如下。

- (1)、实验名称、班级、组别、姓名、同组学员姓名。
- (2)、列出被试电机名牌上的额定数据。
- (3)、用表格列出实验记录数据。
- (4)、用坐标纸绘制实验特性曲线，图纸尺寸应不小于 80mm × 80mm
- (5)、计算必要的数值时，应列出计算公式。
- (6)、根据实验数据和实验中观察和发现的问题，进行分析研究得出正确结论。

实验一、单相变压器的空载和短路实验

一、实验目的

通过空载和短路实验，测定单相变压器的参数和特性。

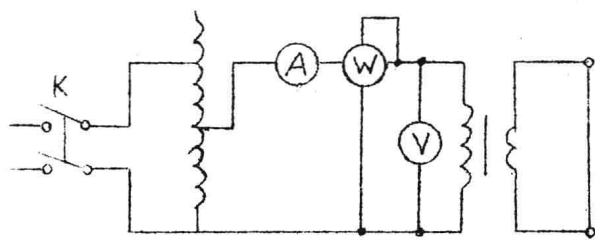
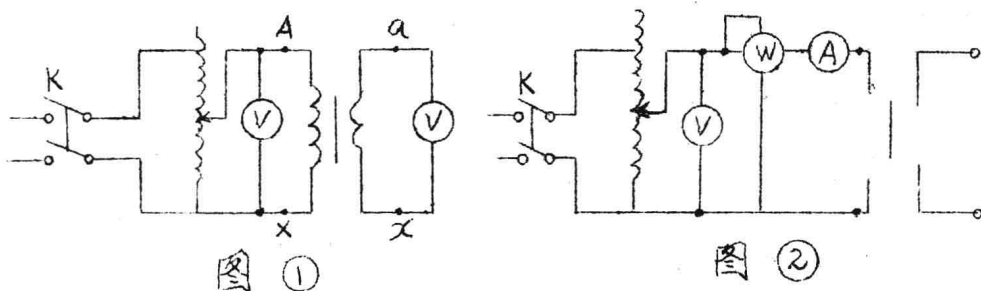
二、实验项目

(一)、测变比 K 。

(二)、测取空载特性曲线 $I_0 = f(U_1)$ 和 $P_{K0} = f(U_1)$ 。

(三)、测取短路特性曲线 $P_{dL} = f(U_{dL})$ 和 $I_{dL} = f(U_{dL})$ 。

三、实验接线图



四、实验步骤

(一)、测变比

按图(1)接线，电源经调压器接至被试变压器高压绕组，低压绕组开路。调压器置于零位，合上电源开关K，原绕组的电压逐步升高到 $0.5U_{1e}$ 、 $0.8U_{1e}$ 、 U_{1e} 左右，读取三组 U_1 、 U_{20} 的数值，记录于表1中。

(二)、空载实验

按图(2)接线，电源经调压器接至变压器高压绕组，低压绕组开路。调压器置于零位，合上电源开关K，使原绕组的电压升高到 $1.2U_{1e}$ 。然后逐次降低电压，在 $1.2U_{1e} \sim 0$ 之间，共读取 6~8 组 U_1 、 I_0 、 p_{k0} 的数值，记录于表2中（必须测取 $U_1 = U_{1e}$ 的一组读数）。

(三)、短路实验

按图(3)接线，调压器置于零位，合上电源开关K，增大原边电压 U_{de} ，使短路电流 $I_{dt} = 1.1I_{1e}$ 。然后逐次降低电压，短路电流在 $1.1I_{1e} \sim 0$ 之间，共读取 5~6 组 U_{dt} 、 I_{dt} 、 p_{dt} 的数值，记录于表3中（必须测取 $I_{dt} = I_{1e}$ 的一点）。

五、实验数据

表 1

U_1 (伏)			
U_{20} (伏)			
K			

表 2

U_1 (伏)							
I_0 (安)							
P_{k0} (瓦)							

表 3

U_{dL} (伏)							
I_{dL} (安)							
P_{dL} (瓦)							

六、实验报告

(一)、抄录被试变压器的额定值和实验时的室温 θ ($^{\circ}\text{C}$)。

(二)、计算变比 K ：根据测取的三组数据，分别计算变比，然后取其平均值。

(三)、根据空载实验数据

(1)、用坐标纸画出空载时的特性曲线 $I_0=f(U_1)$ 、 $P_0=f(U_1)$ ，并分析各曲线的形状。

(2)、计算 $U_1=U_{1e}$ 时的 $I_0\%$ 、 $P_{k0}\%$ 、 $\cos\varphi_0=\frac{P_{k0}}{U_{1e}I_0}$ 。

(3)、分别计算 $U_1=0.5U_{1e}$ 左右、 $U_1=U_{1e}$ 、 $U_1=1.1U_{1e}$ 左右时的激磁参数 z_m 、 r_m 、 x_m 。并进行比较说明它们与 U_1 的关系。

(四)、根据短路试验数据

(1)、用坐标纸画出短路时的特性曲线 $I_{dL} = f(U_{dL})$ 、 $P_{dL} = f(U_{dL})$ ，并分析曲线的形状。

(2)、计算室温下的短路参数 z_{dL} 、 r_{dL} 、 x_{dL} ，并将 r_{dL} 、 z_{dL} 换算到 75°C 时的值。

(3)、计算 $I_{dL} = I_{1e}$ 时的短路电压及其有功分量和无功分量的百分值和标么值 ($U_{dL}\%$ 、 U_{dL}^* 、 $U_{dLy}\%$ 、 U_{dLy}^* 、 $U_{dLx}\%$ 、 U_{dLx}^*)。

(五)、根据上述参数计算 $\beta=1$ 、 $\cos\varphi=0.8$ (滞后) 时的 Δ 、 η 以及最大效率时的负载系数 $\beta_{\max} = \sqrt{\frac{P_{k0}}{P_{dL}}}$ 。

备注：瓦特表的量程与表面读数。

1. 空载实验

电流、电压量程为 $0.5\text{A}/120\text{V}$ 时，表面读数为 0.8瓦/格 ；

电流、电压量程为 $0.5\text{A}/240\text{V}$ 时，表面读数为 1.6瓦/格 。

2. 短路试验

电流、电压量程为 $5\text{A}/48\text{V}$ 时，表面读数为 3.2瓦/格 ；

电流、电压量程为 $10\text{A}/48\text{V}$ 时，表面读数为 6.4瓦/格 。

实验二、单相和三相变压器的连接组实验

一、实验目的

通过实验掌握“交流法”测定变压器连接组的方法，并熟悉三相变压器的连接方式。

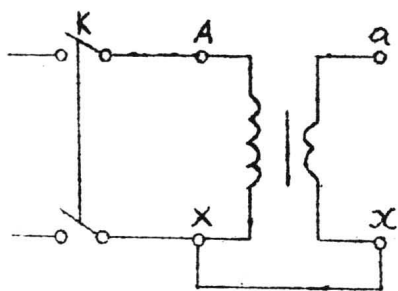
二、实验项目

(一)、用交流法检验单相变压器的连接组 $I/I-12$ 和 $I/I-6$ 。

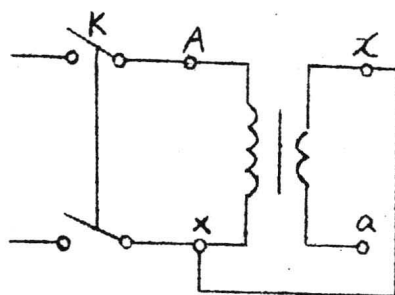
(二)、用交流法检验三相变压器的连接组 $Y/Y-12$ 和 $Y/Y-6$ ；

以及 $Y/\Delta-11$ 和 $Y/\Delta-5$ 。

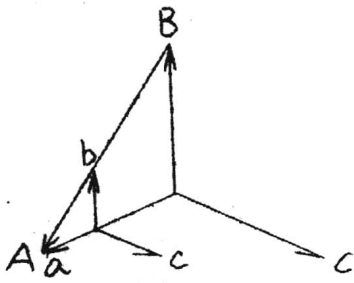
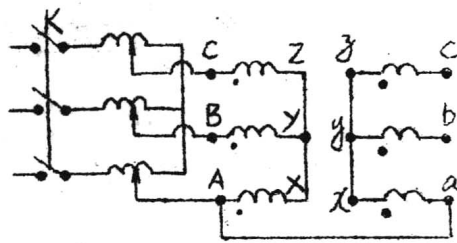
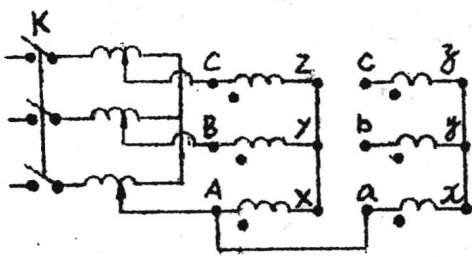
三、实验接线图



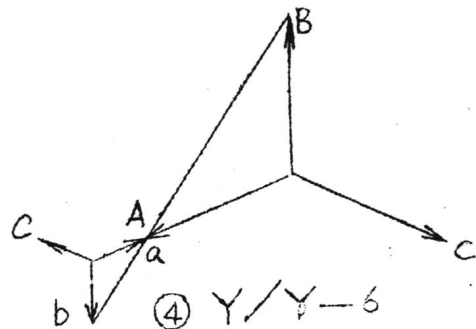
① $I/I-12$ 连接图



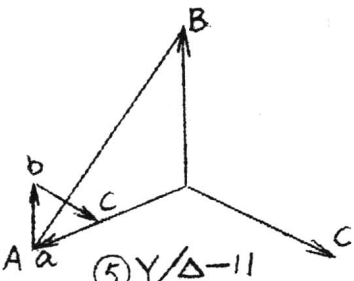
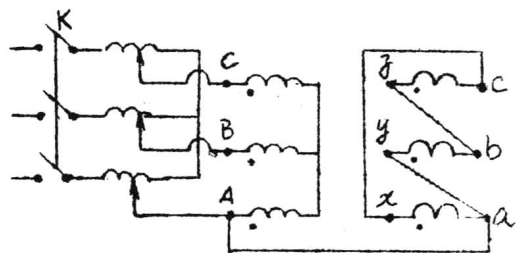
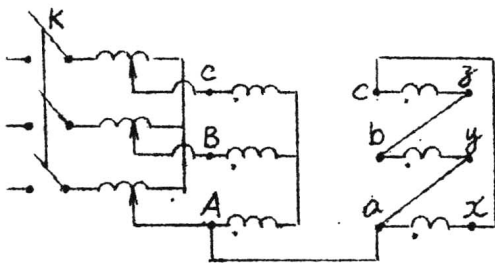
② $I/I-6$ 连接图



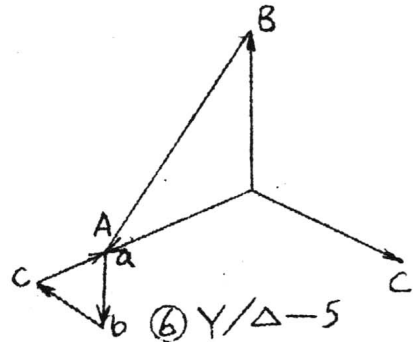
③ Y/Y-12



④ Y/Y-6



⑤ Y/Δ-11



⑥ Y/Δ-5

四、实验步骤

(一)、校检单相变压器为 I/I-1 2 连接组

按图(1)接线, 合上电源开关 K, 用一只电压表测取 U_{AX} , U_{ax} ,

U_{Aa} 的数值, 记录于下表中. 若 $U_{Aa} = U_{AX} - U_{ax}$, 表示绕组端头

的标号正确，属于 $I/I-12$ 连接组

$U_{AX}(\text{伏})$	$U_{ax}(\text{伏})$	$U_{Aa}(\text{伏})$

（二）、校验 $I/I-6$ 连接组

按图(2)接线，合上开关 K ，测取 U_{AX} 、 U_{ax} 、 U_{Aa} 的数值，记录于下表中。若 $U_{Aa}=U_{AX}+U_{ax}$ ，表示绕组的端头标号正确，属于 $I/I-6$ 连接组。

$U_{AX}(\text{伏})$	$U_{ax}(\text{伏})$	$U_{Aa}(\text{伏})$

（三）、校验三相变压器为 $Y/Y-12$ 连接组

按图(3)接线，电源经调压器接至被试变压器高压绕组，调压器置于零位，合上电源开关 K ，调节电压使高压绕组的线电压 $U_{AB}=100$ 伏，用一只电压表测取 U_{AB} 、 U_{ab} 、 U_{Bb} 、 U_{Cc} 、 U_{Bc} 的数值，记录于下表中。

$U_{AB}(\text{伏})$	$U_{ab}(\text{伏})$	$U_{Bb}(\text{伏})$	$U_{Cc}(\text{伏})$	$U_{Bc}(\text{伏})$

计算：线电压比 $K = U_{AB} / U_{ab}$

计算： $U_{Bb} = U_{Cc} = (K - 1) U_{ab}$

$$U_{Bc} = U_{ab} \sqrt{K^2 - K + 1}$$

若计算值与测量值基本上相同，表示连接组正确，属于 $Y/Y-12$ 连接组。

(四) 校验 $Y/Y-6$ 连接组

按图(4)接线，合上开关 K ，使 $U_{AB} = 100$ 伏，测量 U_{AB} 、 U_{ab} 、 U_{Bb} 、 U_{Cc} 、 U_{Bc} 的数值，记录于下表中。

U_{AB} (伏)	U_{ab} (伏)	U_{Bb} (伏)	U_{Cc} (伏)	U_{Bc} (伏)

计算：线电压比 $K = U_{AB} / U_{ab}$

计算： $U_{Bb} = U_{Cc} = (K + 1) U_{ab}$

$$U_{Bc} = U_{ab} \sqrt{K^2 + K + 1}$$

若计算值与测量值基本上相同，表示连接组正确，属于 $Y/Y-6$ 连接组。

(五) 校验 $Y/\Delta-11$ 连接组

按图(5)接线，合上开关 K ，使 $U_{AB} = 100$ 伏，测量 U_{AB} 、 U_{ab} 、 U_{Bb} 、 U_{Cc} 、 U_{Bc} 的数值，记录于下表中。

U_{AB} (伏)	U_{ab} (伏)	U_{Bb} (伏)	U_{Cc} (伏)	U_{Bc} (伏)

计算：线变比 $K = U_{AB} / U_{ab}$

计算： $U_{Bb} = U_{Cc} = U_{Bc} = U_{ab} \sqrt{K^2 - \sqrt{3}K + 1}$

若计算值与测量值基本上相同，表示连接组正确，属于 Y/Δ —11 连接组。

(六)、校验 Y/Δ —5 连接组

按图(6)接线，合上开关 K ，使 $U_{AB} = 100$ 伏。测量 U_{AB} 、 U_{ab} 、 U_{Bb} 、 U_{Cc} 、 U_{Bc} 的数值，记录于下表中。

U_{AB} (伏)	U_{ab} (伏)	U_{Bb} (伏)	U_{Cc} (伏)	U_{Bc} (伏)

计算： $U_{Bb} = U_{Cc} = U_{Bc} = U_{ab} \sqrt{K^2 + \sqrt{3}K + 1}$

若计算值与测量值基本上相同，表示连接组正确，属于 Y/Δ —5 连接组。

五、实验报告

将各种连接组的测量值与计算值，按照下面的表格形式列出来，然后进行对比，作出是否正确的结论。

$I/I-12$

测量值 U_{Aa} (伏)	计算值 U_{Aa} (伏)

$Y/Y-12$

电 压	U_{Bb} (伏)	U_{Cc} (伏)	U_{Bc} (伏)
测量值			
计算值			

实验三、三相变压器不对称短路实验

一、实验目的

研究三相变压器不对称短路,并通过演示观察三相变压器不同铁心结构和不同线圈连接方式时的空载电流和电势波形。

二、实验项目

(一)、 Y/Y_0-12 单相短路

(二)、测定 Y/Y_0 连接变压器的零序阻抗

(三)、通过演示观察不同铁心结构和不同连接方式时,三相变压

器的空载电流和电势波形。

三、实验接线图

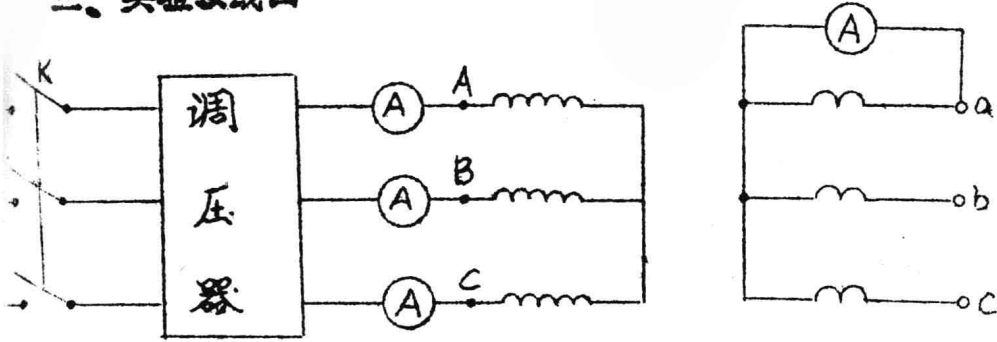


图 ①

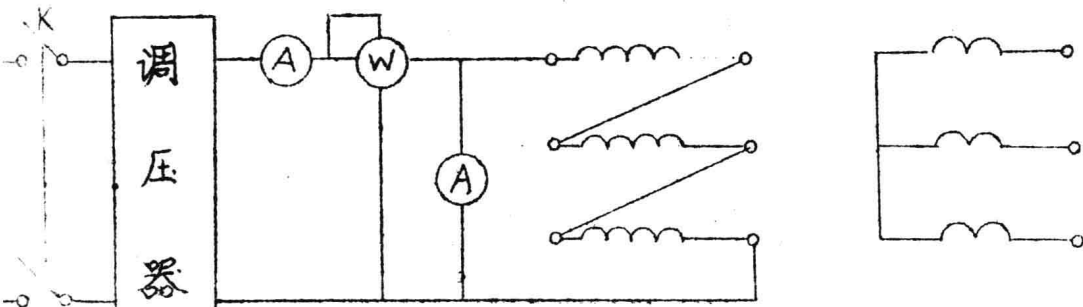


图 ②

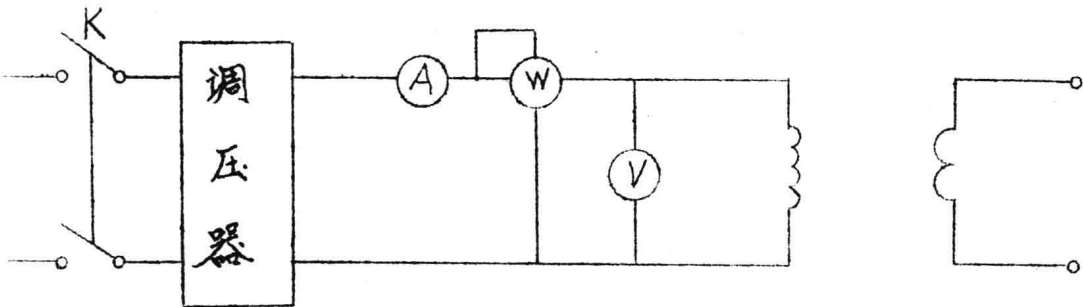


图 ③