

高职高专机电类专业“十一五”规划教材



电机及电气控制实验指导书

DIANJI JI DIANQI KONGZHI SHIYAN ZHIDAOSHU

主编 史增芳 主审 田林红



郑州大学出版社

高职高专机电类专业“十一五”规划教材



电机及电气控制实验指导书

DIANJI JI DIANQI KONGZHI SHIYAN ZHIDAO SHU

主编 史增芳 主审 田林红



郑州大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

电机及电气控制实验指导书/史增芳主编. —郑州:郑州大学出版社, 2008. 9
高职高专机电类专业“十一五”规划教材
ISBN 978 - 7 - 81106 - 902 - 0

I. 电… II. 史… III. ①电机学 - 高等学校: 技术学校 - 教学参考资料②电气控制 - 高等学校: 技术学校 - 教学参考资料 IV. TM3 TM921.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 128465 号

郑州大学出版社出版发行

郑州市大学路 40 号

出版人: 邓世平

全国新华书店经销

新乡市凤泉印务有限公司印制

开本: 787 mm × 1 092 mm

印张: 8

字数: 192 千字

版次: 2008 年 9 月第 1 版

邮政编码: 450052

发行部电话: 0371 - 66966070

1/16

印次: 2008 年 9 月第 1 次印刷

书号: ISBN 978 - 7 - 81106 - 902 - 0 定价: 13.00 元

本书如有印装质量问题, 由本社负责调换

作者名单

主 编 史增芳
副主编 周 伟
编 委 (按姓氏笔画排序)
史增芳 周 伟
黄宗建 韩艳赞

前言

实验是整个教学的一个重要环节,其目的在于验证理论,巩固理论,训练学生的实践动手能力,培养学生分析问题和解决问题的能力,为从事生产操作和科学实验打下初步的基础。

本书根据相关课程教学大纲,结合授课实际情况编写。全书包括电机及控制、电机及电力拖动基础、机床电气、工厂电气控制设备4门课程的主要实验,各课程教师可按照教学大纲,酌情选取。

本书由河南工业职业技术学院史增芳任主编,周伟任副主编,黄宗建、韩艳赞参编,全书由田林红主审。

由于时间仓促,水平有限,错误在所难免,书中的不妥之处,敬请读者批评指正。

编者

2008年7月

目 录

第一章 电机及电气控制技术的基本要求和安全操作规程 ...	1
第一节 实验的基本要求	1
第二节 实验安全操作规程	2
第二章 变压器实验	4
第一节 单相变压器(空载、短路及负载实验)	4
第二节 三相变压器(空载、短路及负载实验)	12
第三节 单相变压器同名端的判断	20
第三章 直流电机实验	25
第一节 认识实验	25
第二节 直流并励电动机	30
第四章 交流电机实验	37
第一节 三相鼠笼式异步电动机的工作特性	37
第二节 三相异步电动机的启动与调速	48
第三节 双速异步电动机	55
第五章 电力拖动继电接触控制	61
第一节 三相异步电动机点动和自锁控制线路	61
第二节 三相异步电动机的正反转控制线路	68
第三节 三相异步电动机 Y - Δ 降压启动控制线路	75
第四节 能耗制动控制	83
第五节 工作台往返自动控制(或自动循环控制)	89
第六章 常见故障线路诊断及分析	94
第七章 综合实验(能力延伸)	99
附录	103
附录一 常用电机的铭牌数据	103
附录二 电气控制线路的安装与检修	105
附录三 机床电气控制线路检修方法	109
参考文献	119

第一章



电机及电气控制技术的基本 要求和安全操作规程

第一节 实验的基本要求

电机及电气控制技术实验课是电类专业教学中非常重要的实践环节,有利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拟订实验线路,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,进而完成实验报告。在整个实验过程中,要求学生必须集中精力,严肃认真做好每个实验。现按实验过程提出下列基本要求。

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做好了实验前的准备,方可开始做实验。

认真做好实验前的准备工作,对于培养学生独立工作能力、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

(一) 小组建立,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、负载调节、保持电压或电流、记录数据等工作每人都应有明确的分工,以确保实验操作协调,记录数据准确可靠。

(二) 选择组件和仪表

实验前先熟悉本次实验所用的组件,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。

(三) 按图接线

根据实验线路图所选组件、仪表,按图接线,线路力求简单明了,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。

(四) 启动电机,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,然后按规定操作流程启动电机,观察所有仪表是否正常(如指针正、反向是否超量程等)。如果出现异常,则应立即切断电源,并排除故障;如果一切正常,即可正式开始实验。

(五) 测取数据

预习时对电机的实验方法及所测数据的大小做到心中有数。正式实验时,根据实验步骤逐次测取数据。

(六) 认真负责,实验有始有终

实验完毕,须将数据交给指导教师审阅。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同组同学分析讨论后写出的心得体会。

实验报告要做到简明扼要、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、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_N 、 U_N 、 I_N 、 n_N)等。
- (3) 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,验证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得出最后结论。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。

第二节 实验安全操作规程

为了按时完成电机及电气技术实验,确保实验时人身安全与设备安全,要严格遵守如下安全操作规程。

- (1) 实验时,人体不可接触带电线路。
- (2) 接线或拆线都必须在切断电源的情况下进行。
- (3) 学生独立完成接线或改接线路后必须经指导教师检查和允许,并使组内其他同

学引起注意后方可接通电源。实验中如发生异常情况或故障,应立即切断电源,经查清问题和妥善处理故障后,才能继续进行实验。

(4)电机实验线路接好后应先检查功率表及电流表的电流量程是否符合要求,是否有短路回路存在,避免损坏仪表或电源。

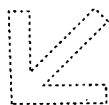
(5)连接线路时要注意将导线完全插入插孔内,避免因接触不良造成电路不通或引起发热而影响实验的进行。

(6)总电源或实验台控制面板上的电源接通应由实验指导人员来控制,其他人只能由指导人员允许后方可操作,不得自行合闸。

(7)爱护国家财产和实验设备,任何人不得随意在实验台和实验装置上乱填写记号。

(8)实验室须保持安静和清洁,不得大声喧哗、抽烟、随地吐痰、乱扔纸屑。

第二章



变压器实验

第一节 单相变压器(空载、短路及负载实验)

一、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。
- (2) 通过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各有什么特点? 实验中电源电压加在哪一方较合适?
- (2) 在空载和短路实验中, 各种仪表应怎样连接才能使测量误差最小?
- (3) 如何使用实验方法测定变压器的铁耗及铜耗?

三、实验项目

(一) 空载实验

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

(二) 短路实验

测取短路特性 $U_K = f(I_K)$, $P_K = f(U_K)$ 。

(三) 负载实验

1. 纯电阻负载

保持 $U_1 = U_N$, $\cos\phi_2 = 1$ 的条件下, 测取 $U_2 = f(I_2)$ 。

2. 阻感性负载

保持 $U_1 = U_N$, $\cos\phi_2 = 0.8$ 的条件下, 测取 $U_2 = f(I_2)$ 。

四、实验内容

(一) 空载实验

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

(2) 选好所有电表量程。将控制屏左侧调压端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“开”按钮, 便接通了三相交流电源。调节调压器旋钮, 使变压器空载电压 $U_0 = 1.2 U_N$, 然后, 逐次降低电源电压, 在 $(1.2 \sim 0.2) U_N$ 的范围内, 测取变压器的 U_0 、 I_0 、 P_0 , 数据记录于“实验报告”表 2-1 中。

(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 6~7 组。

(5) 为了计算变压器的变比, 在 U_N 以下测取原边电压的同时测出副边电压, 数据也记录于表 2-1 中。

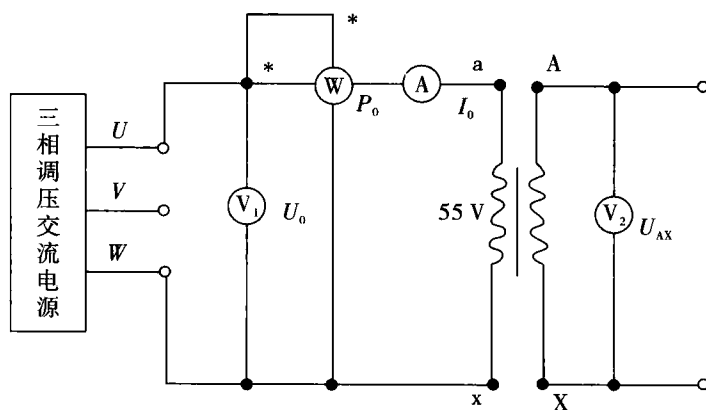


图 2-1 空载实验接线图

(二) 短路实验

(1) 按下控制屏上的“关”按钮, 切断三相调压交流电源, 按图 2-2 接线(以后每次更改接线线路, 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) 选好所有电表量程, 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 $1.1 I_N$ 为止, 在 $(0.2 \sim 1.1) I_N$ 范围内测取变压器的 U_K 、 I_K 、 P_0 。

(4) 测取数据时, $I_K = I_N$ 点必须测, 共测取数据 5~6 组, 记录于表 2-2 中。

(三) 负载实验

实验线路如图 2-3 所示。变压器低压线圈接电源, 高压线圈经过开关 S_1 和 S_2 , 接到负载电阻 R_L 和电抗 X_L 上。

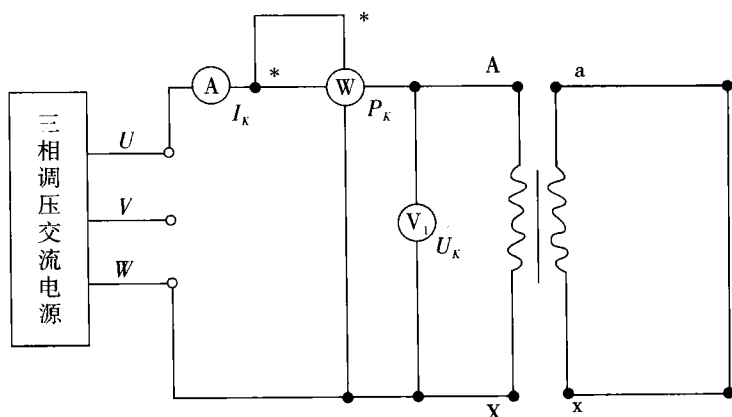


图 2-2 短路实验接线图

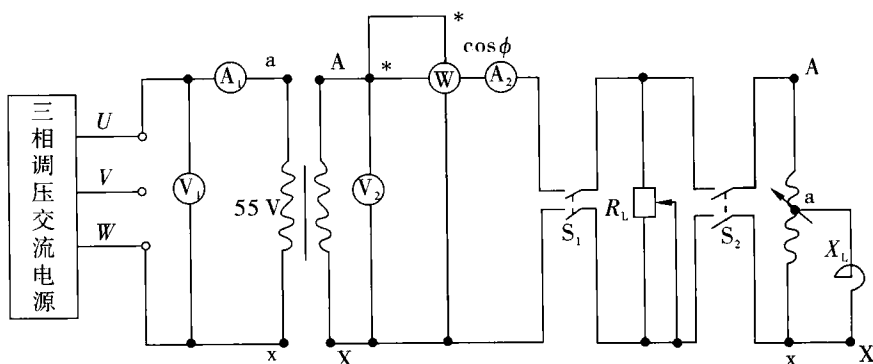


图 2-3 负载实验接线图

1. 纯电阻负载

- (1) 将调压器旋钮调到输出电压为零的位置, S_1 、 S_2 打开, 负载电阻值调到最大。
- (2) 接通交流电源, 逐渐升高电源电压, 使变压器输入电压 $U_1 = U_N$ 。
- (3) 在保持 $U_1 = U_N$ 的条件下, 合上 S_1 , 逐渐增加负载电流, 即减小负载电阻 R_L 的值, 从空载到额定负载的范围内, 测取变压器的输出电压 U_2 和电流 I_2 的值。
- (4) 测取数据时, $I_2 = 0$ 和 $I_2 = I_{2N} = 0.35 \text{ A}$ 必测, 共取数据 5 ~ 7 组, 记录于表 2 - 3 中。

2. 阻感性负载 ($\cos \phi_2 = 0.8$)

- (1) 用电抗器 X_L 和 R_L 并联作为变压器的负载, S_1 和 S_2 打开, 电阻及电抗值调至最大。
- (2) 接通交流电源, 升高电源电压至 $U_1 = U_{1N}$ 。
- (3) 合上 S_1 和 S_2 , 在保持 $U_1 = U_N$ 及 $\cos \phi_2 = 0.8$ 的条件下, 逐渐增加负载电流, 从空载到额定负载的范围内, 测取变压器 U_2 和 I_2 。

(4) 测取数据时, 其中 $I_2 = 0, I_2 = I_{2N}$ 两点必测, 共测取数据 5 ~ 6 组, 记录于表 2 - 4 中。

(四) 实验数据处理

(1) 计算变比。由空载实验测取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 $U_0 = f(I_0), P_0 = f(U_0), \cos\phi_0 = f(U_0)$:

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

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

(4) 计算变压器的电压变化率 ΔU :

1) 绘出 $\cos\phi_2 = 1$ 和 $\cos\phi_2 = 0.8$ 两条外特性曲线 $U_2 = f(I_2)$, 由特性曲线计算出 $I_2 = I_{2N}$ 时的电压变化率 ΔU :

$$\Delta U = \frac{U_{20} - U_2}{U_{20}} \times 100\%$$

2) 根据实验求出的参数, 算出 $I_2 = I_{2N}, \cos\phi_2 = 1$ 和 $I_2 = I_{2N}, \cos\phi_2 = 0.8$ 时的电压变化率 ΔU :

$$\Delta U = U_{K_r} \cos\phi_2 + U_{K_X} \sin\phi_2$$

式中 U_{K_r} ——电阻负载情况下的短路电路电压;

U_{K_X} ——电感负载情况下的短路电路电压。

将两种计算结果进行比较, 并分析不同性质的负载对变压器输出电压 U_2 的影响。

(5) 绘出被测试变压器的效率特性曲线。

1) 用间接法算出 $\cos\phi_2 = 0.8$ 不同负载电流时的变压器效率, 记录于表 2 - 5 中:

$$\eta = \left(1 - \frac{P_0 + I_2^{*2} P_{KN}}{I_2^* P_N \cos\phi_2 + P_0 + I_2^{*2} P_{KN}} \right) \times 100\%$$

式中 $I_2^* P_N \cos\phi_2 = P_2$ (W);

P_{KN} ——变压器 $I_K = I_N$ 时的短路损耗 (W);

P_0 ——变压器 $U_0 = U_N$ 时的空载损耗 (W);

$I_2^* = I_2 / I_{2N}$ ——副边电流标么值。

2) 由计算数据绘出变压器的效率曲线 $\eta = f(I_2^*)$ 。

3) 计算被测试变压器 $\eta = \eta_{\max}$ 时的负载系数 β_m :

$$\beta_m = \sqrt{\frac{P_0}{P_{KN}}}$$

五、注意事项

(1) 在变压器实验中, 应注意电压表、电流表、功率表的合理布置及量程选择。

(2) 短路实验操作要快, 否则线圈发热引起电阻变化。



实验报告

科目_____实验室名称_____日期_____

组别_____同组姓名_____

实验名称_____

实验目的

实验设备名称、型号、规格：

实验步骤：

表 2-4 $\cos\phi_2 = 0.8$ $U_1 = U_{1N} =$ V

序号	U_2 (V)	I_2 (A)

表 2-5 $\cos\phi_2 = 0.8$ $P_0 =$ W $P_{KV} =$ W

I_2^*	P (W)	η
0.2		
0.4		
0.6		
0.8		
1.0		
1.2		

心得体会：

指导教师评语：

签名

年 月 日