



普通高等教育“十二五”规划教材（高职高专教育）

电机设备运行与维护

（技能训练）

高 山 任秀敏 主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



普通高等教育“十二五”规划教材（高职高专教育）

电机设备运行与维护

（技能训练）

主编 高 山 任秀敏

编写 董 炜 贺 莉

主审 郭 强



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书为普通高等教育“十二五”规划教材（高职高专教育）。

本书为基于行动导向的理实一体化课程配套实践教材，根据高等职业教育人才培养目标和电力行业人才需求，按照“项目导向、任务驱动、理实一体、突出特色”的原则，以岗位分析为基础，以课程标准为依据，充分体现高等职业教育教学规律，科学合理地设计项目及任务。

全书共分六个项目，分别为基本知识与技能、电力变压器、异步电动机、同步发电机、直流电机、电机运行 MATLAB 仿真，典型任务 50 个。教材内容引入了国家标准、行业标准和职业规范，充分体现任务驱动的特征，突出以能力培养为核心的教学理念，充分考虑学生认知规律，充分调动学生学习积极性，同时利于实现“教、学、做、评”一体化。

本书主要作为高职高专院校电力技术类专业的实践教材，也可作为职业资格和岗位技能培训教材。

图书在版编目（CIP）数据

电机设备运行与维护：技能训练 / 高山，任秀敏主编. —北京：中国电力出版社，2012.7

普通高等教育“十二五”规划教材. 高职高专教育
ISBN 978-7-5123-3322-2

I. ①电… II. ①高… ②任… III. ①电机—电气设备—运行—高等教育—教材 ②电机维护—高等教育—教材 IV. ①TM3

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2012）第 165392 号

中国电力出版社出版、发行

（北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>）

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2012 年 8 月第一版 2012 年 8 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 15 印张 365 千字

定价 27.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签，刮开涂层可查询真伪

本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

前言

本书是与张秀阁老师主编的基于工作导向的理实一体化课程教材《电机设备运行与维护（知识学习）》配套的实践教材。电机的拆装、检修、试验及实验是电机学习研究、安装检修、运行维护过程中不可或缺的重要环节，它对巩固和加深理论教学内容的理解和掌握，促进知识与技能体系的构建，培养激发学习兴趣，提高逻辑思维能力和综合分析处理问题的能力，掌握电机检修操控运行方面的基本方法与操作技能，提高学生在实际工作中的职业能力和职业素养，养成科学认真的工作作风等都具有重要作用。

本书主要是面向高职高专学校的学生和初次接触电机学理论与实践的职业者。为适应理实一体化课程教学改革的需要，依据《国家电网公司企业标准·国家电网公司生产技能人员职业能力培训规范·变压器检修》、《国家电网公司企业标准·国家电网公司生产技能人员职业能力培训规范·变电运行》、《中华人民共和国职业技能鉴定规范·电力行业》等对岗位职业知识与技能的需求，参考了有关的电机试验检测方面的最新国家及行业技术标准、规范和最新的技术与方法，结合高等职业教育特点和我们在教学实践中的经验编写。可作为高职高专电类专业教学用书或参考用书，也可作为职业资格和岗位技能培训的教材。

本书编写中力争突出以下几个特点。

(1) 依据理实一体化的教学进程的要求，合理安排拆装、理论、实验、安装、试验、运行、检修、仿真等实践项目模块。各环节相互支持，理论结合实际，实现“教、学、做、评”一体化，达到修学储能、知行合一、学以致用教学目标。

(2) 充分考虑学生的基础和认知规律，突出以能力培养为核心的教学理念，探索以职业岗位初、中级工应具备的基本技能和利于知识的理解与掌握为原则开发的实践教学项目及任务。其中，在具体任务的选择上主要依据“理实配套、利于实践教学目标的实现与开展，并尽可能遵守国家有关职业技术规范要求”的原则。

(3) 基于工作过程，以项目导向和任务驱动为载体，利于构建课堂教学情境，充分调动学生的学习积极性。

(4) 基本知识突出实用性，以够用为度、现学现用为原则，并偏重于国家有关技术规范中推荐的原理方法与标准技术要求。实验（试验）中采用的技术与方法偏重于基础型、能力型和充分利用学校现有的设备技术条件。

(5) 依据学生的能力，灵活安排基础型、设计型及仿真型的项目任务，设立一些有意义、学生感兴趣的项目和问题，供研究性学习与探讨。在培养基本的职业素养及能力的同时，开拓学生的创新思维和解决复杂问题的能力。

本书由张秀阁、高山、任秀敏共同规划设计，董炜负责编写了变压器的拆装及检修并编了部分变压器试验项目，任秀敏编写了电动机拆装、控制线路安装及基本知识与技能中的情境2、3，高山负责编写了所有的实验（试验）项目及基本知识与技能中的情境1、2，贺莉编写了交流电机仿真。全书由任秀敏、高山负责统稿，由重庆电力高等专科学校郭强教授主

审。在本书编写过程中得到了张秀阁、李春林老师的大力支持与帮助，参阅了网络上电子书刊的相关资料，另外还得到电力企业、出版社、学校及电力系各级领导的大力支持与指导，在此一并表示感谢。

由于编者水平所限，书中疏漏及不当之处在所难免，真诚希望读者批评指正。

编 者

2012年5月于郑州电力高等专科学校

目 录

前言

项目 1 基本知识与技能	1
学习情境 1 基本实验技能	1
任务 电机认知实验	4
学习情境 2 常用仪器仪表及使用	11
任务 常用仪器仪表及使用	11
学习情境 3 常用低压电气控制元件与识图	17
任务 1 常用低压电器认知	17
任务 2 电气控制系统绘图与识图	27
项目 2 电力变压器	32
学习情境 1 变压器的解体与组装	32
任务 1 变压器结构认知	32
任务 2 变压器的检修周期及检修	36
任务 3 变压器的解体检修	39
任务 4 变压器的组装	39
任务 5 检修中的起重和搬运	40
学习情境 2 变压器的检修工艺	42
任务 1 变压器的器身检修	42
任务 2 绕组检修	42
任务 3 铁心检修	43
任务 4 分接开关检修	44
任务 5 油箱检修	44
任务 6 储油柜检修	45
任务 7 压力释放阀检修	45
任务 8 气体继电器检修	46
学习情境 3 变压器油的处理	48
任务 1 滤油	48
任务 2 排油、注油	50
任务 3 除酸	51
学习情境 4 变压器的干燥	52
任务 变压器干燥	52
学习情境 5 变压器运行实验	55
任务 1 单相变压器空载损耗和空载电流的测量	55

任务 2	单相变压器短路阻抗及负载损耗的测量	59
任务 3	单相变压器并列运行	64
学习情境 6	变压器试验	70
任务 1	变压器绕组直流电阻测量	70
任务 2	变压器绝缘电阻测量	80
任务 3	变压器变压比测量	90
任务 4	变压器极性试验	94
任务 5	变压器连接组标号试验	101
项目 3	异步电动机	111
学习情境 1	三相异步电动机检修	111
任务 1	三相异步电动机的拆装	111
任务 2	三相异步电动机定子绕组展开图绘制	116
任务 3	三相异步电动机定子绕组的更换	121
任务 4	三相异步电动机常见故障分析及处理	130
学习情境 2	三相异步电动机实验	133
任务 1	三相笼型异步电动机启动	133
任务 2	电动机直流电阻、绝缘电阻测定	137
任务 3	检查定子绕组极性及其连接的正确性	140
学习情境 3	电动机控制电路安装	144
任务 1	电动机典型控制电路分析	144
任务 2	电动机控制电路设计与安装	148
项目 4	同步发电机	152
学习情境	同步发电机运行实验	152
任务 1	三相同步发电机空载、稳态短路特性	152
任务 2	三相同步发电机外特性与调节特性	160
任务 3	同步机并网及解列运行	162
任务 4	同步机发电机并网功率调节	169
项目 5	直流电机	173
学习情境	直流电机实验	173
任务 1	直流电机启动调速	173
任务 2	直流发电机	175
项目 6	电机运行 MATLAB 仿真	180
学习情境 1	仿真基础知识	180
任务 1	MATLAB 基础	180
任务 2	Simulink 在电力系统中的仿真应用	189
学习情境 2	直流调速系统仿真	202
任务 1	直流电机模型	202
任务 2	直流调速系统仿真分析	204
学习情境 3	交流调速系统仿真	208

任务 1 交流电机模型	208
任务 2 交流调速系统仿真分析	210
附录 A 常用电气符号	214
附录 B 现场试验基础知识	218
参考文献	232

项目1 基本知识与技能

学习情境1 基本实验技能



学习目标

- (1) 充分认知实验安全的重要性,掌握安全做实验的基本方法和注意事项,建立电力生产运行“安全第一”的意识和职业素养。
- (2) 了解实验课的一般流程及如何让实验课更有成效的方法。
- (3) 了解实验室的管理制度,认知电源等主要设备的布局、功能及用法,为后续实验的开展奠定坚实的基础。

一、实验安全操作规范

- (1) 着装要符合电气安全规范的要求。实验时不得穿裙子、风衣,戴围巾,穿高跟鞋,长发的女同学须将头发盘起或藏于帽内。
- (2) 对实验中使用的设备、仪表要熟悉其使用方法,牢记使用注意事项,明确设备的额定参数,合理选择仪表及量程。
- (3) 接线或拆线都必须在切断电源的情况下进行。接线完毕,组内由专人负责再次对接线及仪表量程进行检查。然后请指导教师检查,未经教师检查和同意,不得进行通电实验。
- (4) 不得擅自接通电源。通电前,告知全组,检查可调设备旋钮(调压器、变阻器等)是否在适当的位置。
- (5) 实验中禁止身体接触带电线路的裸露部分及设备的金属外壳和设备的转动部分。
- (6) 全组同学应分工合作、统一指挥。避免发生因配合不当引起的安全事故。在调节电源可变电阻时不应过猛,同时时刻关注电压、电流、功率、转速等测量仪表的示值和电机响应情况。
- (7) 不带负荷改变电流表量程开关。
- (8) 异常处理。实验中若出现异常声音、气味和现象应立即断开电源,并告知指导教师,学生应在指导教师的帮助下,学习分析判断故障原因及排除方法。如果造成设备损坏,当事人需及时交出事故报告,以便查明情况,按学校有关规定酌情处理。
- (9) 爱护国家财物,不乱动与本次实验无关的仪器设备。
- (10) 实验中应严肃认真,不得打闹和大声喧哗。

二、实验的基本要求

- (1) 严格遵守学校制定的各项实验室管理规章制度。
- (2) 做好实验前的准备工作。电机实验与理论课的学习方式不同,它是由学生主导的实

践活动,要有一定的理论知识做指导,因此,实验前必须充分预习相关的理论知识,认真阅读实验任务书,查阅相关的规程及标准,明确实验内容及要求,弄清实验原理和方法,知道实验设备的基本参数,合理选配测量仪表,并制定详细的实验方案,牢记实验中应注意的事项等。

(3) 实验。

1) 建立小组,分工合作。做实验时应以小组为单位,实验过程中的接线、检查线路、调节电源及负载、记录数据等工作应明确到个人,以保证实验的顺利进行。

2) 连接实验电路。接线前应合理安排所用组件的位置,通常以方便操作和观测读数为原则。在接线中,要注意先接串联主回路,后接并联支路。在做电气控制技术实验时,先接主电路后接控制电路;先接控制触点,最后接控制线圈等。

连接导线的长短、粗细、颜色选择应合适,接线应简单、整齐、清晰、牢靠,避免交叉。自锁紧插件松紧适宜,多根导线不易集中接在一点,可分接于等电位的其他位置。

3) 调控、观察和记录。微调电源电压,查看仪表指示情况,判断导线的连通情况,是否存在开路或短路等故障现象。

按实验方案的具体步骤进行操作,明确调节、观测的重点对象,认真观察实验中的各种现象,并记录实验数据。

进行特性实验时,应注意仪表极性及量程。检测数据时在特性曲线弯曲部分应多选几个点,而在线性部分则可少取几个点。

进行电气控制技术实验时,应有目的地操作主令电器,观察电器的动作情况,进一步理解电路的工作原理。



注意

运用万用表检查线路故障时,一般在断电情况下,采用电阻挡检测故障点;需要在通电情况下检测故障点时,应用电压挡测量(注意电压性质和量程)。

4) 实验结束整理工作。实验结束应先断开电源,认真检查实验结果,确认无遗漏或其他问题后,经指导老师检查同意后,方可拆除线路,实验设备仪表归位,清理导线、工具和现场,并报告指导老师后方可离开实验室。

(4) 实验报告。实验报告是实验工作的全面总结,要用简明的形式将实验结果完整和真实地表达出来。报告要求简明扼要,字迹工整,分析合理。图表整齐清楚,曲线线路图用铅笔和绘图仪器绘制,不应徒手描画。报告应包括以下内容。

- 1) 实验名称、专业、班级、姓名、同组者姓名、实验日期、交报告日期、室温。
- 2) 列出实验中所用组件的编号及名称,电机铭牌数据等。
- 3) 列出实验学习情境并画出实验连线图。
- 4) 根据实验原始记录,绘制数据表格、曲线及计算数据等。
- 5) 根据上述曲线及计算数据,分析实验结果是否与理论一致,是否符合规程的要求。
- 6) 回答实验任务书中所提出的问题。

三、实验任务全过程检验考核评价参考表（见表 1-1）

表 1-1

实验任务全过程检验考核评价参考表

任务名称:									
班级:		姓名:		学号:		分组:		成绩:	
阶段	评价项目	质量要求与评价依据			满分	扣分原因		扣分	得分
实验方案及准备 (30 分)	学习能力 (10 分)	方案中任务分工具体明确, 理论预习、资料准备充分			3				
		方案中的实验原理图、模拟实验接线图正确、实用、规范			5				
		电源选用正确、有使用方法及注意事项			2				
	运用知识的能力 (20 分)	配套实验设备、仪表选用正确、合理, 熟悉性能指标、接线和使用方法			3				
		工具、导线等配件材料选用正确、合理			3				
		实验步骤详细完整, 注意事项具体明确			6				
		危险点分析与控制合理有效			5				
		有实验结果预测及分析, 方案有创新等			3				
实施过程 (50 分)	组织与配合能力 (4 分)	统一组织协调, 分工具体明确, 沟通配合得当			4				
	职业素养 (16 分)	遵纪守法, 严谨认真			5				
		安全、规范			5				
		结束整理规范。设备仪表归回原位, 并分类整理导线			4				
		注意环境卫生			2				
	专业能力 (30 分)	正确使用工具、仪表、导线			5				
		步骤清晰、操作熟练规范、监察到位		挡位: 通电情况: 调整: 观测记录: 断电:	15				
		实验现象及故障的分析处理正确得当			5				
		实验记录结果正确完整, 测量数据经指导教师检查			5				
实验终结 (20 分)	总结与分析能力 (20 分)	按时完成实验报告			3				
		格式内容规范合理			3				
		表格数据、曲线及问题分析正确			14				
指导教师综合评价:					指导教师签名:		日期:		

四、正确使用仪器仪表的一般方法

(1) 仪器仪表的摆放要安全、整齐、合理, 便于检查和操作, 保证测量准确, 读数方便; 注意仪表接入的相互位置对测量误差的影响。例如, 用伏安法测量电阻时, 应按被测电阻大

小来确定电流表和电压表的前后位置。

(2) 使用仪表前, 须将指针调到零位点, 看清标尺的刻度, 确定比例常数。

(3) 使用多量程及多功能仪表时, 每次测量前注意转换开关或按钮的位置。严禁大电流回路带电转换量程。

(4) 在有冲击电流时, 电流表必须接分路开关。直流测量仪表应注意正负极性。

(5) 电压表应并联在电源开关的电源端, 而电源开关上熔丝则应接在负载端。这样在未加负载前可以量出电压值, 知道电源电压是否符合要求, 而当切除负载时也不至于在电压表上产生瞬间过电压。开关的熔丝接在负载端, 以便在拉开开关后即可更换, 而不必切断总电源。

(6) 使用滑线电阻器时, 应特别注意切勿超过其允许通过的电流值, 否则会烧坏。当使用几个不同载流能力的电阻器串联时, 应注意调节的先后顺序。如果要减小电阻增大电流, 则应调阻值较大而载流能力较小的滑线电阻器, 后调载流能力较大的。因为在调节过程中, 电流不断增大, 所以先将电流小的电阻器切除。反之当增加电阻减小电流时, 应先将载流较大而电阻较小的电位器加入电路。

(7) 熔丝的选择。根据被试电机负载电流的大小, 选择适当的熔丝。通常按 $(1.2 \sim 1.5) I_N$ 选用。

(8) 灯箱负载的使用。在用灯箱作为电阻性负载时, 应注意电压不要超过灯泡的电压值, 否则灯泡寿命将大大缩短甚至被烧坏。负载大小应逐步调节, 不要产生冲击。

任务 电机认知实验

一、目的意义

电机实验通常要使用高于安全电压、电流的电机或变压器设备。为了确保实验时的设备和人身安全, 必须严格遵守实验安全操作规范; 为了取得满意的实验效率效果, 应掌握一般的实验流程、方法及要求, 具备一定的电机实验基本技能, 同时必须熟知实验环境, 掌握常用的电源设备、仪器仪表、导线的使用方法。

二、学习目标

- (1) 掌握常用电源设备操作监控方法。
- (2) 掌握实验室常用仪表的选配及正确使用方法。
- (3) 掌握实验接线的正确方法。
- (4) 掌握实验方案的编写格式及方法。

三、练习任务

- (1) 常用电源设备仪表认知与使用。
- (2) 导线连接拆除练习。
- (3) 学习实验方案的编写。

四、实施步骤参考

(1) 电源设备认知: 包括电源系统与面板布局、输入输出、操控方法、观测指示、注意事项等。

DJT-II 型电机综合实验台采用模块化结构设计, 具有功能齐全、组合能力强、实验接线

简单等特点; 4 组电源模块能提供单相和三相交流电源和多组直流电源输出, 同时具有漏电保护、过电流保护、短路保护等功能, 22 块功能模块与电机、电源等的不同组合可构成多种电机实验系统, 完成电机学和电机拖动的相关实验。

1) 电源 DY01, 实验台总电源的控制与指示, 提供单相 220V、三相四线 380/220V 电源输出。

面板布置如图 1-1 所示。对图 1-1 中各部分说明如下。

1——低压断路器, 按下 ON 或 OFF 分别接通和断开台体主回路电源, 当主回路电源长期大于 8A 或瞬时达到 120A 时自动关断主回路;

2——电源开、关按钮, 打开或关闭 DY01 电源, 插座、端子均有市电输出, DY02、DY03、DY04 接电;

3——紧急开关, 实验中遇到紧急情况, 按下此紧急开关, 实验台所有电源将关断;

4——输入电源指示灯, 受控于 1、3;

5——输出电源指示灯, 受控于 2;

6——L1、L2、L3 为电网三相电源输出端, 由 2 控制, 5 指示, N 为零线, PE 为地线;

7——三相四线插座和单相插座, 分别提供 380/220V 和 220V 电源引出。由 2 控制, 5 指示。

2) 电源 DY02, 提供单相交、直流 0~250V/8A 连续可调电源。

DY02 电源面板布置如图 1-2 所示。对图 1-2 中各部分说明如下。

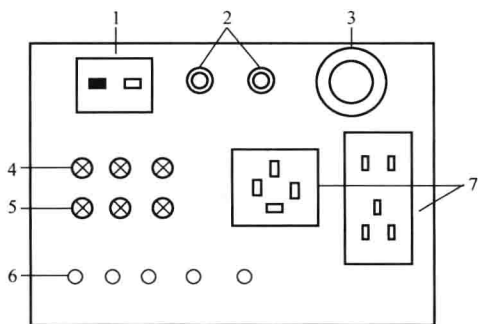


图 1-1 DY01 电源面板

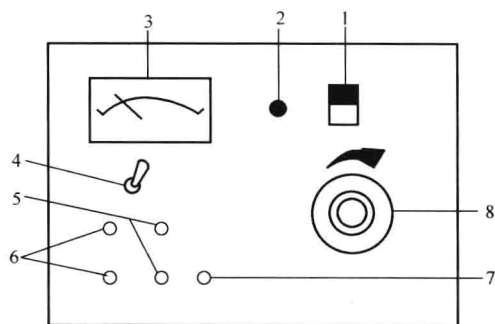


图 1-2 DY02 电源面板

1——电源开关;

2——熔断器 (10A);

3——交流电压表, 表示端子 5 输出的交流电压; 当端子 6 输出直流时, 表示整流桥交流侧的电压, 数值略大于实际输出的直流电压值;

4——交、直流输出检测转换钮子开关, 不能同时输出交、直流;

5——交流电压输出 0~250V 可调;

6——直流电压输出 0~250V 可调;

7——地线端子;

8——电压调节手柄。

DY02 电源使用的危险点与控制: 使用不当易损坏电源及仪表。①断开 DY02 电源开关前, 先将调压器逆时针调到零位, 防止送电瞬间因过电压过载烧坏电源、设备及仪表。②缓

慢调节, 减低线路电流、电压突变对电源及仪器仪表的冲击, 防止开关飞弧, 延长设备使用寿命。

- (2) 常用设备认知 (略)。
- (3) 导线连接与整理 (参见“实验的基本要求”)。
- (4) 安全点分析与控制措施 (参见“高压电气试验危险点辨识及预控措施”)。
- (5) 按变压器空载实验电路练习电源的操控方法。
- (6) 了解现场试验方案和标准化作业, 指导书的编写方法 (参见附录 B)。
- (7) 学习实验方案的编写。

【举例】 变压器空载损耗和空载电流测量实验方案适用于学校实验课。

一、主要测试任务

- (1) 测取变压器空载特性曲线 $U_0=f(I_0)$, $P_0=f(U_0)$ 。
- (2) 测量变压器的空载损耗和空载电流。
- (3) 计算变压器的空载参数。

二、学习目标

- (1) 熟知电机实验台的使用与操控方法, 能正确使用实验台。
- (2) 能够根据实验项目要求和设备铭牌数据, 合理选配测量仪表及量程。
- (3) 巩固用功率表准确测量功率的方法。
- (4) 掌握空载试验的方法, 并测取空载特性曲线 $U_0=f(I_0)$, $P_0=f(U_0)$ 。
- (5) 会计算变压器的空载参数。
- (6) 充分认识理论与实践的关系, 学会做电机实验。
- (7) 学会利用技术标准与规程指导实验。

三、任务分工 (见表 1-2)

表 1-2

任 务 分 工

角 色	姓 名	具 体 任 务	记 录
组长	××	全面组织指挥, 安全监视	
设计员	××	试验方案设计, 设备、仪表选取, 导线准备、整理	
操作员	××	方案审查, 接线, 控制、调节、测量	
监察记录员	××	检查接线, 操作监视, 记录数据	

四、主要依据及标准

GB/T 1094.1—1996《电力变压器 第1部分》

GB/T 10228—2008《干式电力变压器技术参数和要求》

JB/T 501—2006《电力变压器试验导则》

DL/T 596—2005《电力设备预防性试验规程》

DL/T 393—2010《输变电设备状态检修试验规程》

空载损耗应符合 GB 1094.1—1996、GB/T 10228—2008 等有关标准的规定, 其允许偏差为+15%, 空载电流允许偏差为+30%。

五、实验方法及设备仪表的选择

使用“仪表测量系统 (法)”对小容量单相变压器进行空载实验。实验设备见表 1-3。

表 1-3

实 验 设 备

序号	名 称	型 号 规 格	数量	功能与作用	备 注
1	电机综合实验台	DJT- II	1	提供单相可调交流电源， 输出 0~250V	
2	单相电力变压器	JMB 型 2kVA 220/110V 9.09A/18.18A	1	试品	出厂编号为 1981001
3	低功率因数表	D64 450V, 2.5/5A 0.5 级	1	测取空载功率	
4	交流电压表	75/600V 0.5 级	2	测取一、二次空载电压	
5	交流电流表	1000mA 0.5 级	1	测取空载电流	

1. 说明

- (1) 设备与仪表选取除满足实验技术要求外，还要根据实验室的具体条件而定。
- (2) 功率表及电压表规格及量程的选择要根据试品铭牌数据、实际负载及实验要求而定。
- (3) 指针式低功率因数（0.2）表读数：

$$\text{每格功率值 (W)} = \frac{\text{电压量程} \times \text{电流量程} \times 0.2 (\text{W/div})}{\text{最大格数}}$$

$$\text{测量值} = \text{每格功率值 (W)} \times \text{实测格数}$$

2. 测量仪表选配

(1) 电压表及功率表电压量限：由变压器铭牌参数 $U_{1N}/U_{2N}=220\text{V}/110\text{V}$ ，低压侧选取 150V 的量程较合适。

(2) 电流表及功率表电流量限：由变压器铭牌参数 $I_{1N}/I_{2N}=9.09\text{A}/18.18\text{A}$ ，实验用变压器的空载电流一般 $I_0 \leq 10\% I_{1N} = 18.18 \times 10\% = 1.8\text{A}$ ，先选 2A 的量程，然后根据实测值，再换成合适的量程。

经验值：一般 JMB 型 2kVA 的空载电流不超过 1A，所以可选 1000mA 的电流表。

六、实验原理图及模拟接线图（如图 1-3 和图 1-4 所示）

模拟接线图参考画法如下。

(1) 模拟接线图，既不是原理图，也不是实际的装配图，主要是针对初次接触该项实验的同学们认知各个实验元件，保证实验接线和操作的正确性，从而提高实验效率、提高实验预习的针对性而画的模拟配置接线图。

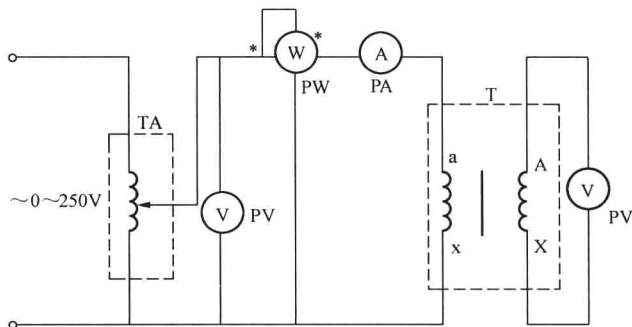


图 1-3 单相变压器空载实验原理图

TA—自耦调压器；T—被试变压器；PA—交流电流表；PW—功率表；PV—交流电压表

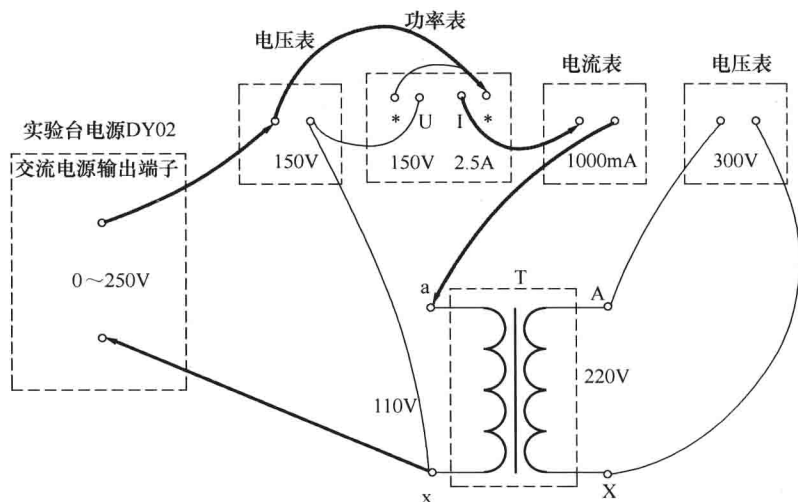


图 1-4 单相变压器空载实验模拟接线图

(2) 接线图中每个设备仪表可以采用 GB/T 4728—2008《电气简图用图形符号》规定的简图画法和标注,也可简单的用虚框代表元件外框,上端标注名称,并和试验时的实际摆放位置相一致,重点突出输入和输出端钮、量程大小、调节与控制、导线连接情况等。

(3) 标示尽可能使用标准符号,应一致明了。虚框内,○代表接线柱,数字代表量程或量限,数字前加“-”号代表直流。

(4) 能够标明的端子均用相应字母或符号标注,如*—极性端,U—非极性端。

(5) 电流回路、电压、控制回路导线可分别用不同的颜色和线型区分,主电流回路导线可用箭头标示。

七、实验步骤及安全

1. 接线

在实验台电源完全断电的条件下,按图接线,接线合理牢靠。



技巧

相线、中性线分色,先依次串接电流回路导线,再并接电压线。



注意

功率表电压线圈和电流线圈的同名端,避免接错线。

2. 初始位置

将 DY02 的调压器旋钮逆时针方向旋转到底。并合理选择各仪表量程。

设备安全与控制分析: 确保加电瞬间实验线路初始电压为零并缓慢调节。如果加电瞬间电压超出实验设备仪器仪表的额定电压、电流,必定损坏设备;若短路或电流过大必定对电源造成冲击,影响其使用寿命,甚至损坏电源。

3. 检查

由同组学生及老师检查接线与仪表量程。

4. 通电

依次按下 DY01 电源总开关 1 的灰色按键→绿色按钮开关 2→“电源开”→DY02 “电源开”。

危险点控制：①声音异常应立即断电；②通电后，不触碰设备金属外壳及裸露导线，防止触电；③不移动通电设备仪表，不扯拉导线，防止接头脱落触电。



技巧

线路连通情况判断：先通入低电压，查看电流表示值微变状况，如果满偏或示值过大，可能存在短路情况，应立即断开电源。若电流表示值一点没有，指针一点不动，则可能电路存在开路情况。

5. 调整与观测

握住调压旋钮，明确调整目标，眼看电压表、功率表、电流表指示，顺时针调节调压器旋钮，重点关注电压表示值的变化，先使变压器低压侧电压升高到 $U_0=1.2U_N$ (132V)；然后，逐次降低电源电压，在 $(1.2\sim0.5)U_N$ 的范围内；测取变压器的 U_0 、 I_0 、 P_0 ，记录于表 1-4 中。其中 $U=U_N$ 的点必须测，并在该点附近测的点应密些。为了计算变压器的变比，在 U_N 以下测取一次侧电压的同时测取二次侧电压，并填入表 1-4 中。

表 1-4 实 验 数 据

次 序	U_0 (V) 调定值	P_0 (W)	I_0 (mA)	U_{AX} (V)
1	$1.2U_{2N}=132$			
2	$1.1U_{2N}=121$			
3	$1.05U_{2N}=115.5$			
4	$U_{2N}=110$			
5	$0.9U_{2N}=99$			
6	$0.8U_{2N}=88$			
7	$0.5U_{2N}=55$			



注意

测量过程中如果电压表和功率表电压量程不合适，可以带电改变，但电流表一般只能断电后调整量程。

6. 断电

测量数据以后，将 DY02 调压器旋钮逆时针方向旋转到底，即使输出电压为零，再断开总电源。

7. 拆线

测量数据经指导教师检查后拆线。