

中等职业教育国家规划教材配套教学用书

电机与电气控制技术 技能训练

(电气运行与控制专业)

主编 赵承荻 华满香



高等教育出版社

中等职业教育国家规划教材配套教学用书

电机与电气控制技术技能训练

(电气运行与控制专业)

主编 赵承荻 华满香

高等教育出版社

内容简介

本书是中等职业教育国家规划教材配套教学用书,是与赵承获、姚和芳主编的《电机与电气控制技术》(第二版)配套的教学辅助用书。

本书在结合主教材内容,并参照有关电工的国家职业标准和相关行业职业技能考核标准的基础上编写而成,主要包括变压器、异步电动机、直流电动机及特种电机、低压电器及三相异步电动机控制电路、机床电路的电气控制、交流桥式起重机电气控制及可编程控制技能训练等内容。每项训练均单独成篇,可操作性强,可作为全国各类职业学校电类、机电类专业或其他相关专业的教学用书及岗位培训用书。

图书在版编目(CIP)数据

电机与电气控制技术技能训练/赵承获,华满香主编.

北京:高等教育出版社,2006.5

电气运行与控制专业

ISBN 7-04-019297-7

I. 电… II. ①赵…②华… III. ①电机学-专业

学校-教学参考资料②电气控制-专业学校-教学参考

资料 IV. ①TM3②TM921.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 026429 号

策划编辑 王瑞丽 责任编辑 王瑞丽 封面设计 于涛 责任绘图 朱静
版式设计 胡志萍 责任校对 王超 责任印制 毛斯璐

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100011
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 北京北苑印刷有限责任公司

开 本 787×1092 1/16
印 张 7.75
字 数 180 000

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2006 年 5 月第 1 版
印 次 2006 年 5 月第 1 次印刷
定 价 10.00 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 19297-00

前 言

本书是中等职业教育国家规划教材《电机与电气控制技术》(赵承获、姚和芳主编,第二版)的配套教学用书。原来本书内容是附在第一版主教材后面与主教材作为一本教材出版,此次在主教材改版之际,为了进一步突出职业技术教育的特点,加强对职业学校学生技能训练的力度,把技能训练部分的内容从主教材中分离,另成一本教学用书单独出版,与主教材配套使用。

本书内容的选取主要围绕主教材中的相关知识,并考虑现场的实际需要以及学生参加职业技能鉴定时所需具备的实践技能知识。每个训练课题均根据当前我国各职业学校技能训练的实际状况编写,适用性强,可操作性强,有利于学生实践技能的培养与提高。

对于每个技能训练课题中所列的设备、仪表、材料、工具清单,各校在进行训练时可按本校实际情况选用或代用。对于所列的每个课题的训练及考核时间,各校也可按实际情况确定。但在训练中必须特别重视训练与培养每个学生的独立动手能力,必须注意训练与培养每个学生减少原材料消耗和节约能源的意识,并应注意安全操作及安全用电。

本书由赵承获、华满香主编,邓木生主审。具体编写分工是:赵承获编写第一、二章;华满香编写第三、四章;李乃夫编写第五、六、七章。

由于编者学识水平有限,存在错误及其他不足之处在所难免,恳请使用本书的读者给予指正。

编者

2005 年 10 月

郑 重 声 明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话：(010) 58581897/58581896/58581879

传 真：(010) 82086060

E - mail：dd@hep.com.cn

通信地址：北京市西城区德外大街 4 号

高等教育出版社打击盗版办公室

邮 编：100011

购书请拨打电话：(010)58581118

目 录

第一章 变压器	1
课题一 单相变压器的通用测试	1
课题二 单相变压器的拆装及重绕	6
第二章 异步电动机	12
课题一 三相异步电动机的拆装和通用测试	12
课题二 三相异步电动机常见故障的分析与修理	18
课题三 三相异步电动机定子绕组的重绕	26
课题四 单相异步电动机的控制电路和检修	36
第三章 直流电动机及特种电机	43
课题一 直流电动机的拆装及检修	43
课题二 并励直流电动机的起动、调速和反转	52
课题三 直流伺服电机与直流测速发电机的使用	56
第四章 常用低压电器及三相异步电动机控制电路	62
课题一 典型低压电器的结构、拆装与调整	62
课题二 常用低压电器的故障及检修	68
课题三 三相异步电动机的起动、反转与制动	74
课题四 三相异步电动机继电器-接触器控制电路	80
课题五 三相异步电动机控制电路的故障处理	85
课题六 三相异步电动机电气控制电路的安装	91
第五章 常用机床的电气控制	98
课题一 普通车床控制电路的安装、调试与故障检修	98
课题二 机床电气控制的现场参观	103
第六章 交流桥式起重机电气控制	107
课题一 凸轮控制器控制绕线转子异步电动机电路的接线和调试	107
课题二 桥式起重机现场参观	110
第七章 可编程控制器(PLC)	112
课题一 PLC 基本操作训练	112
课题二 PLC 编程训练	114

第一章 变 压 器

课题一 单相变压器的通用测试

一、实训目的

- (1) 测定单相变压器一次、二次绕组的直流电阻、绕组对地以及绕组之间的绝缘电阻。
- (2) 测定单相变压器一次、二次绕组的电压 U_1 、 U_2 与电流 I_1 、 I_2 及匝数 N_1 、 N_2 间的关系。
- (3) 求测单相变压器的空载特性曲线。
- (4) 判定变压器的同极性端。

二、相关知识

1. 变压器绕组的直流电阻测定

单相变压器一次、二次绕组均由铜导线绕制而成,因此存在一定的直流电阻。如果变压器的容量很小,则导线很细,此时绕组的直流电阻较大,约有几十欧,可用万用表电阻挡测量(最好用单臂电桥测量,其精确度较高);如变压器容量稍大,此时绕组低压侧的直流电阻可能较小,只有几欧,则必须用单臂电桥测量。

测量变压器绕组的直流电阻可以确定哪一组绕组为高压侧,哪一组绕组为低压侧,同时也可初步判定变压器绕组的好坏(有无开路或短路故障)。

2. 变压器绕组绝缘电阻的测定

为保证变压器正常、安全地工作,变压器一次、二次绕组之间以及一次绕组与铁心、二次绕组与铁心之间均应有良好的绝缘。变压器绕组绝缘电阻的测定可用来判定变压器的绝缘性能,从而判定变压器质量的好坏。变压器绝缘电阻的测定用兆欧表进行,对电压为 380 V(或 220 V)的变压器,测得的绝缘电阻阻值均不能低于 $0.5 \text{ M}\Omega$ 。

3. 变压器电压比、电流比及匝数比的测定

在本实训课题中,将单相变压器的低压侧(220 V)作为一次绕组,高压侧(380 V)作为二次绕组。

1) 变压器的空载运行

变压器一次绕组接额定电压,二次绕组开路的运行方式称为变压器的空载运行。变压器空载运行时,一次绕组电压 U_1 和二次绕组电压 U_2 之比等于一次绕组匝数 N_1 和二次绕组匝数 N_2 之比,即

$$K = \frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2}$$

2) 变压器的负载运行

变压器一次绕组接额定电压,二次绕组接负载(用电设备)的运行方式称为变压器的负载运行。变压器负载运行时,一次、二次绕组电流 I_1 和 I_2 之比与一次、二次绕组匝数 N_1 和 N_2 之比成反比,即

$$K = \frac{I_2}{I_1} = \frac{N_1}{N_2}$$

4. 变压器的空载特性曲线

变压器空载时,一次绕组中的电流(空载电流) I_0 和加在一次绕组上的电压 U_1 之间的关系曲线称空载特性曲线,如图 1-1 所示。该曲线类似于变压器铁心材料的磁化曲线。

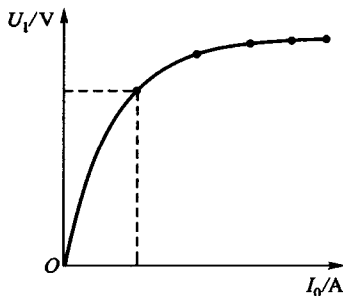


图 1-1 变压器的空载特性曲线

5. 变压器的同极性端

所谓变压器的同极性端是指当变压器一次绕组某一端点的瞬时电位为正时,二次绕组也必有一电位为正的对应端点。这两个对应端点即称为同极性端或同名端。

变压器两个绕组之间的同极性端可以通过试验的方法加以测定,测定的方法有交流法和直流法两种。在实训练习时可以用任一种方法来测定,再用另一种方法来校核。

三、实训操作

1. 名称

实训操作的名称为单相变压器的通用测试。

2. 器材、仪表、工具

- (1) 单相变压器, 500 V · A, 380 V/220 V, 1 台。
- (2) 单相自耦调压器, 1 kV · A, 0 ~ 250 V, 1 台。
- (3) 交流电压表, 0 ~ 450 V, 1 只。
- (4) 单相功率表(及单相低功率因数功率表), 150 ~ 600 V, 1 ~ 2 A, 各 1 台。
- (5) 交流电流表, 0 ~ 3 A, 1 只。
- (6) 指针式万用表, 500 型或 MF-30 型, 1 只。
- (7) 干电池, 1.5 ~ 3 V, 1 组。
- (8) 刀开关, 1 个。
- (9) 单臂电桥, QJ23, 1 只。
- (10) 兆欧表, 500 V, 1 只。
- (11) 电工工具, 1 套。

3. 操作内容与步骤

1) 直流电阻的测定

(1) 将万用表旋钮置于 $R \times 1$ 挡, 分别测量变压器一次绕组及二次绕组的直流电阻值 R_1 及 R_2 , 并记录如下:

$R_1 = \underline{\hspace{2cm}} \Omega$, $R_2 = \underline{\hspace{2cm}} \Omega$ 。

(2) 在使用万用表粗测电阻值的基础上, 用单臂电桥进行精确测量并记录如下:

$R_1 = \underline{\hspace{2cm}} \Omega$, $R_2 = \underline{\hspace{2cm}} \Omega$ 。

(3) 比较两种测量方法的测量结果,哪种方法测得的电阻值较正确? _____。

2) 变压器绕组绝缘电阻的测定

(1) 绝缘电阻用兆欧表测量,在测量前首先应检查兆欧表的好坏,办法是先将兆欧表的 L 端和 E 端开路,手摇兆欧表手柄,兆欧表指针应逐步指向 ∞ ,再将 L 和 E 两端短接,用手轻轻摇动兆欧表手柄,指针立即指零,说明该兆欧表良好。

(2) 将兆欧表 L 接线柱上的接线接变压器一次绕组的一端,兆欧表 E 接线柱上的接线接铁心(应清除铁心上的绝缘部分),匀速摇动兆欧表手柄,使转速在 120 r/min 左右,摇动 1 min 后读取变压器一次绕组与铁心间的绝缘电阻值,将数据记录于表 1-1 中。同样测量变压器二次绕组与铁心间的绝缘电阻值及一次、二次绕组间的绝缘电阻值并记录于表 1-1 中。

表 1-1 变压器绝缘电阻值

项 目	一次绕组对铁心	二次绕组对铁心	一次、二次绕组间
绝缘电阻/M Ω			

3) 变压器变压比的测量

(1) 按图 1-2 接线,220 V 交流电经自耦调压器 T 加到被试单相变压器低压侧,将调压器手柄置零位。

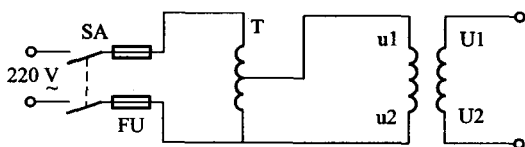


图 1-2 测变压比试验电路图

(2) 合上电源开关 SA,旋动调压器手柄,使加在单相变压器低压侧的电压分别为额定电压的 50%、75% 及 100% 左右,分别测量一次侧电压 U_1 和对应的二次侧电压 U_2 ,记录于表 1-2 中,算出变压比 K 。

表 1-2 单相变压器变压比测定

序号	U_1/V	U_2/V	K
1			
2			
3			

4) 单相变压器的空载试验

(1) 按图 1-3 接线,被试单相变压器一次绕组通过自耦调压器接在电源上,并按图接入电表、电流表、低功率因数功率表,二次绕组开路。

(2) 将自耦调压器手柄置于输出电压为零的位置,然后合上开关 SA,并调节调压器手柄,使

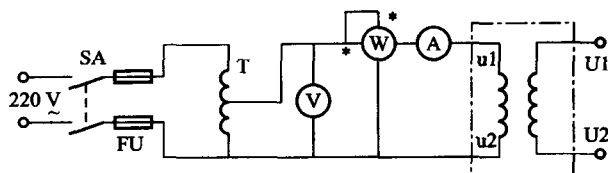


图 1-3 变压器空载试验电路图

其输出电压等于变压器二次绕组的额定电压 U_{2N} (380 V), 记录此时的空载电流 I_0 、空载损耗 P_0 和一次绕组电压 U_1 于表 1-3 中。

表 1-3 单相变压器空载试验数据

U_{2N}/V	I_0/A	P_0/W	U_1/V

(3) 作单相变压器空载特性曲线。调节自耦调压器手柄, 使加在单相变压器一次绕组上的电压 $U_1 = (1.1 \sim 1.2) U_{1N}$ 左右 (即约 250 V 左右), 读取电流表的读数。然后逐步降低加在一次绕组上的电压 U_1 , 直到 $U_1 = 0$ 为止。在此过程中共测取 7 至 8 组数据, 每次同时测量 I_0 的数值, 记录于表 1-4 中。注意在 U_1 为额定电压的附近多测几点, 随后断开电源开关 SA。

表 1-4 单相变压器空载特性曲线数据

U_1/V								
I_0/A								

利用表 1-4 中所测得的数据在图 1-4 中描绘出变压器的空载特性曲线, 该曲线形状如图 1-1 所示, 并进行比较 (本内容可视实际情况选做)。

5) 单相变压器的短路试验

(1) 按图 1-5 接线, 被试单相变压器一次绕组通过自耦调压器接在电源上, 并按图接入电流表、电压表、功率表。二次绕组用导线短接。

(2) 将自耦调压器手柄置于输出电压为零的位置, 然后合上开关 SA, 并注意监视电流表的读数, 缓慢地加大调压器的输出电压, 直到电流表读数 I_{sc} 达到变压器一次绕组的额定电流为止。记录短路电流 I_{sc} 、短路电压 U_{sc} 、短路损耗 P_{sc} 于表 1-5 中。

表 1-5 单相变压器短路试验数据

短路电流 I_{sc}/A	短路电压 U_{sc}/V	短路损耗 P_{sc}/W

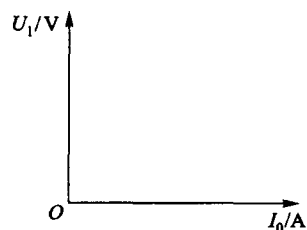


图 1-4 变压器的空载特性曲线

6) 单相变压器同极性端的测定

同极性端的测定有直流法和交流法等,本实验用直流法进行测定,最后可用交流法进行复核。

(1) 用直流法测定同极性端。

① 按图 1-6 接线,将被测单相变压器一次绕组通过开关 SA 接在 1.5~3 V 的电池上,二次绕组接入万用表直流 5 V 挡(或直流 500 mA 挡)。

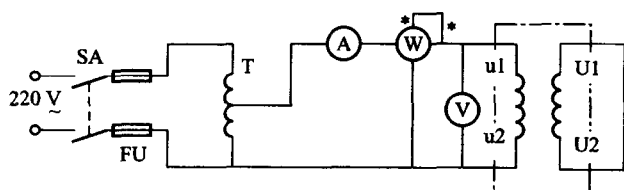


图 1-5 变压器短路试验电路图

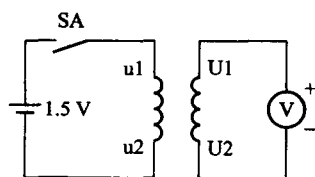


图 1-6 极性测试电路图

② 闭合开关 SA。在 SA 闭合的瞬间,若万用表指针正向偏转,则接于电池正极及接于万用表正极的线端为同极性端;若指针反向偏转,则为异极性端。

(2) 用交流法复核同极性端。可按教材第一章中图 1-22 的接线进行复核,判定两者所得结果是否一致。

4. 注意事项

(1) 单相变压器必须分清一次绕组及二次绕组,不能接反。

(2) 使用自耦调压器时,必须严格按使用方法进行,输入端和输出端不能接反。每次通电前和使用完断电前,均应将手柄置于零位上。

(3) 进行短路试验时,试验电压应从零慢慢增加,必须密切注视电流表读数,电流不应超过一次绕组额定电流。

(4) 短路试验的时间不宜过长,以免因温升使电阻值发生变化,影响试验准确度。

(5) 注意人身及设备安全,如遇到异常情况,应立即断开开关 SA,待处理好故障后,再继续通电进行试验。

5. 成绩评定

项目内容	配分	评分标准	扣分	得分
直流电阻的测定	10 分	(1) 使用仪表不正确扣 2~5 分 (2) 测量结果不对或误差大扣 2~5 分		
绝缘电阻的测定	10 分	(1) 兆欧表使用方法不对扣 2~5 分 (2) 测量结果不正确扣 2~5 分		
变压比的测量	10 分	(1) 接线不正确扣 3~5 分 (2) 测量结果不正确扣 3~5 分		

续表

项目内容	配分	评分标准	扣分	得分
空载试验	20 分	(1) 选用仪表不正确扣 3~5 分 (2) 接线不正确扣 2~5 分 (3) 操作步骤不合要求扣 3~5 分 (4) 读数不正确扣 3~5 分		
短路试验	20 分	(1) 选用仪表不正确扣 2~5 分 (2) 接线不正确扣 3~5 分 (3) 操作步骤不合要求扣 2~5 分 (4) 读数不正确扣 3~5 分		
同极性端的测定	20 分	(1) 接线或操作方法不正确扣 5~10 分 (2) 判断结果不对扣 10 分或全扣		
安全、文明生产	10 分	(1) 违反操作规程,产生不安全因素 (2) 迟到、早退,工作场地不整洁		
工时:2 h			评分	

课题二 单相变压器的拆装及重绕

一、实训目的

- (1) 熟悉单相变压器的基本结构。
- (2) 学会单相变压器拆卸的方法及装配的方法。
- (3) 学习单相变压器绕组的绕制方法及绕制工艺。
- (4) 了解单相变压器绕组重绕时所需的设备及材料。

二、相关知识

1. 单相变压器的基本结构

单相变压器是指在单相交流电源下工作的变压器,它的容量比较小,一般作控制、照明(低压)和整流用。单相变压器主要由铁心和绕组两部分组成。

1) 铁心

铁心的作用是构成变压器的磁路系统,并作为整个变压器的机械骨架。它通常用 0.35 mm 厚表面有绝缘层的硅钢片叠装而成,较早的产品一般用热轧硅钢片,新生产的则采用冷轧硅钢片,以减小变压器的损耗。

变压器铁心可分交叠式铁心和卷制式铁心两大类。交叠式铁心又可分为心式和壳式两种,

较早生产的单相变压器以壳式为多,不少新生产的变压器则采用卷制式铁心。壳式变压器的铁心冲片又有 E 形和 F 形两种,较多见到的是 E 形,因此实训单相变压器的拆装时,我们就选目前最常见的 E 形铁心为例来进行。

2) 绕组

绕组通常又称线圈,它是变压器中的电路部分,用来进行电压和电流的变换。小型单相变压器的绕组一般用具有绝缘的漆包铜线绕制而成。

在变压器中接高电压的一端绕组称高压绕组,接低电压的一端绕组称低压绕组。单相变压器的绕组一般采用同心式结构,即高压绕组与低压绕组同心地套在一起,先绕高压绕组,再绕低压绕组。高、低压绕组间以及绕组与铁心之间必须有良好的绝缘。

2. 单相变压器的常见故障及检修(表 1-6)

表 1-6 单相变压器的常见故障及检修

故障现象	故障分析	处理办法
接通电源后无电压输出	(1) 一次绕组或二次绕组开路或引出线脱焊 (2) 电源插头接触不良或外接电源线开路	(1) 拆换处理开路点或重绕线圈,焊牢引出线头 (2) 检查、修理或更换插头电源线
空载电流偏大	(1) 铁心叠厚不够 (2) 硅钢片质量太差 (3) 一次绕组匝数不足 (4) 一次、二次绕组局部匝间短路	(1) 有可能增加铁心厚度。或重做骨架,重绕线包 (2) 更换高质量的硅钢片 (3) 增加一次绕组匝数 (4) 拆开绕组,排除短路故障
运行中响声大	(1) 铁心未插紧或插错位 (2) 电源电压过高 (3) 负载过重或有短路现象	(1) 插紧夹紧铁心,纠正错位硅钢片 (2) 检查、处理电源电压 (3) 减轻负载,排除短路故障
温升过高或冒烟	(1) 负载过重,输出端有短路现象 (2) 铁心叠厚不够,硅钢片质量差 (3) 硅钢片间涡流过大 (4) 层间绝缘老化 (5) 线圈有局部短路现象	(1) 减轻负载,排除短路故障 (2) 加足厚度或更换高质量的硅钢片 (3) 重新处理硅钢片绝缘 (4) 浸漆、烘干增强绝缘或重绕线包 (5) 检查、处理短路点或更换新线包
电压过高或过低	(1) 电源电压过高或过低 (2) 一次绕组或二次绕组匝数绕错	(1) 检查、处理电源电压 (2) 重新绕制线包
铁心或底板带电	(1) 一次绕组或二次绕组对地绝缘损坏或绝缘老化 (2) 引出线碰触铁心或底板	(1) 绝缘处理或更换重绕绕组 (2) 排除碰触点,做好绝缘处理

三、实训操作

1. 名称

实训操作的名称为单相变压器的拆装及重绕。

2. 器材、仪表、工具

(1) 待修小型单相变压器, 100 V · A 以下, 1 台。

(2) 手摇绕线机, 1 台。

(3) 漆包铜线(由待修变压器规格而定), 适量。

(4) 弹性纸板等绝缘材料, 适量。

(5) 万用表, MF-30 型, 1 只。

(6) 兆欧表, 500 V, 1 只。

(7) 电工工具, 1 套。

(8) 制作木芯的相应工具及材料。

3. 操作内容与步骤

1) 单相变压器的拆卸

现以壳式变压器 E 形铁心为例, 这是见得最多的一种结构形式。

(1) 将铁心四周的紧固螺钉拆去, 用电工刀将铁心片撬松。

(2) 将变压器置于工作台上或将其下部铁心夹在台虎钳上(要垫木板, 避免损伤铁心), 右手用电工刀撬开 E 形铁心, 左手逐片取出铁心上部的 I 形铁心片, 如图 1-7 所示。上端取完后, 再反过来取下端的 I 形铁心片。

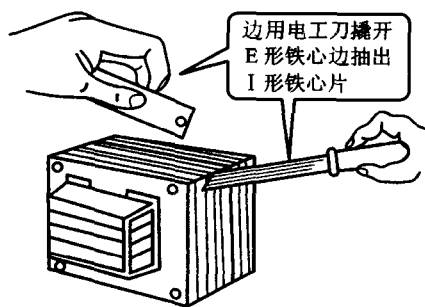


图 1-7 铁心的拆卸

(3) 如图 1-8(a) 所示, 在变压器的下方垫一木块, 铁心外边缘伸出几片硅钢片, 然后上面用断锯条对准舌片, 用锤子轻轻敲打, 将硅钢片冲出几片。

(4) 如图 1-8(b) 所示, 将冲出的几片硅钢片用台虎钳夹紧, 然后用手抱住上面的铁心, 沿两侧摇动, 慢慢将硅钢片移出。

2) 单相变压器的装配

按拆卸相反的步骤进行装配, 装配时通常将 2 至 3 片 E 形铁心片叠合在一起, 再上、下进行交错装配。最后几片装配难度较大, 一般可以将单片插在已装好的两片中间夹缝内, 再轻轻敲打。E 形铁心装配完后, 再装 I 形铁心片。用木槌轻敲铁心, 使 E 形铁心与 I 形铁心片的接缝(间隙)越小越好。

3) 单相变压器绕组的重绕

(1) 绕组绕线前的装备。

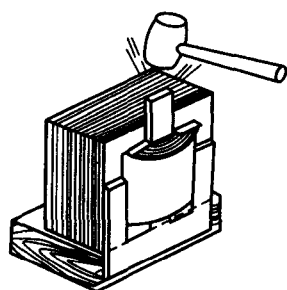
① 导线的选择。可根据旧绕组上注明的参数或按拆除下来的旧绕组测量其线径规格来选取漆包铜线的型号及规格。

② 绝缘材料的选择。应按绕组的工作电压和绕线时线圈允许的总厚度合理选用。通常同

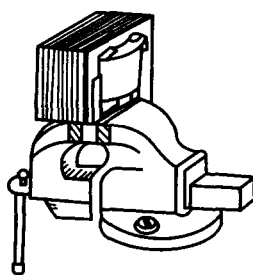
一绕组层与层之间的绝缘要求较低(电压较低),可用电话纸或电容器纸;如要求较高也可用厚 0.04 mm 的聚酯薄膜。绕组与绕组之间的绝缘一般用聚酯薄膜、聚四氟乙烯薄膜或玻璃漆布,绕组最外层的绝缘可用聚酯薄膜青壳纸。

③ 绕组所占窗口厚度核算。漆包铜线线径和绝缘材料选定以后,应根据已知绕组匝数、线径和绝缘层厚度来核算变压器绕组所占铁心窗口的厚度,厚度不超过 $(0.8 \sim 0.9)c$ 为合格, c 为铁心窗口的实际厚度,如图 1-9 所示。否则会因绕好的绕组装不进铁心而返工。

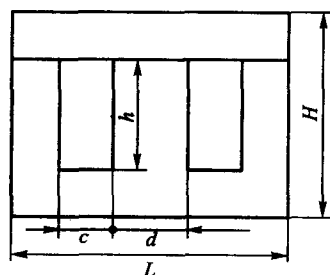
④ 木芯制作。木芯的作用是穿在绕线机轴上,用以支承绕组的骨架,以方便绕线,木芯的尺寸如图 1-10(a) 所示。木芯尺寸 $a' \times b'$ 应比铁心中心柱 $a \times b$ 稍大一点(约 0.2 mm 左右),木芯的高度 h' 应比铁心高 h 稍低一点(约 0.2 mm);木芯中心孔必须钻垂直,孔径稍大于绕线机转轴的外径(一般孔径为 10 mm)。绕组绕好后为方便木芯从绕组骨架内脱出,木芯边角应用砂布磨成圆角。



(a) 用断锯条冲铁心舌片



(b) 用台虎钳夹住硅钢片



厚度=b

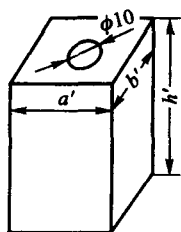
图 1-8 拆卸 E 形铁心

图 1-9 小型变压器硅钢片尺寸

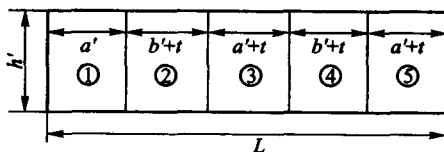
⑤ 绕组骨架制作。如果拆除旧绕组后骨架完好,则可用原骨架绕线;如骨架已损坏,则需制作新骨架。骨架一般用厚 1 mm 左右的弹性纸板制作。制作时,在弹性纸板上取宽度 h' , h' 应比铁心窗口高 h 低约 1 mm 左右。弹性纸板的长度为

$$L = 2(b' + t) + a' + 2(a' + t) = 2b' + 3a' + 4t$$

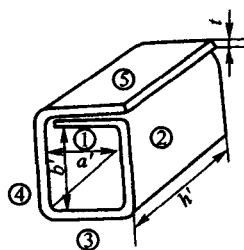
式中, t 为弹性纸板厚度。按图 1-10(b) 中虚线用电工刀划出线沟,再沿沟痕折成四方,如图 1-10(c) 所示。



(a) 变压器木芯



(b)



(c)

图 1-10 变压器无框骨架及压制板尺寸

(2) 绕组的绕制。

① 按宽度稍大于 h 裁剪好各种绝缘纸带备用。

② 将手摇式绕线机(如图 1-11 所示)固定在工作台上,随后将骨架穿入绕线机轴上,两端用木夹板固紧,如图 1-12(a) 所示。

③ 将漆包铜线卷置于放线架上,能自由、轻松地转动,并放好线。

④ 在骨架上包好绝缘层,然后在导线引线处压入一条绝缘带折条,以便能在绕了若干圈后抽紧起始的出线头,如图 1-12(b) 所示。

⑤ 正式开始绕线时,要将绕线机上计数转盘的指针拨到指零,绕线时要求线圈绕得紧密、平整,不能出现

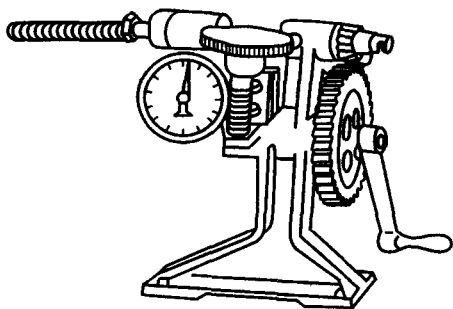


图 1-11 手摇式绕线机

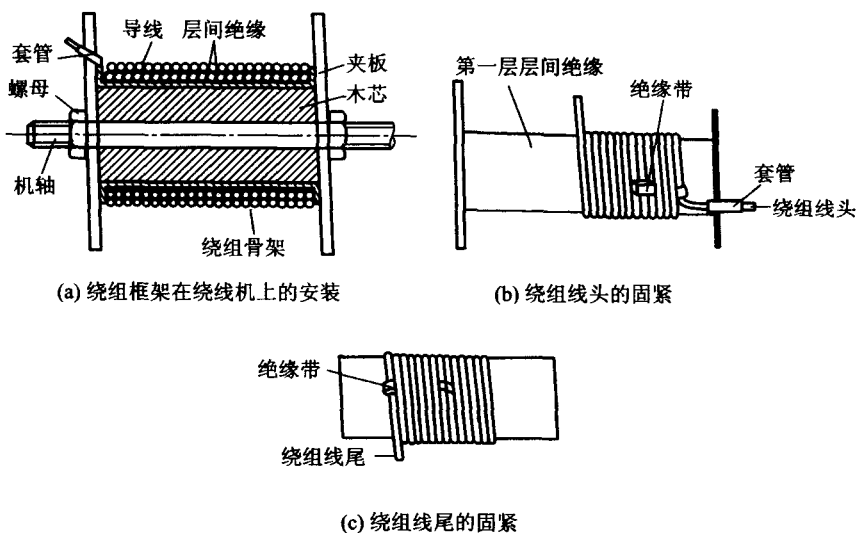


图 1-12 绕制绕组时的安装与紧固方法

线与线交叉或重叠。

⑥ 绕线要领:拿漆包铜线的左手应以工作台边缘为支承点,将漆包铜线稍微拉向绕组前进的反方向约 5° 左右的倾角,右手转动绕线机手柄绕线,眼睛正视所绕的线圈;线圈应一圈紧靠一圈地排列,不得重叠或分开;随着线圈的绕制,拉线的左手应顺绕组前进的方向慢慢移动,拉力随漆包铜线线径的大小而变化,拉力应尽量小些,以免漆包铜线被拉断(特别是线径在 0.2 mm 以下时)。

⑦ 每绕完一层线圈应垫上层间绝缘材料,再返回绕第二层。一个绕组绕制接近结束时也要垫上一条绝缘带折条;待该绕组绕完,检查匝数无误且留一定引出线长度后剪断导线,将剪断后的线头穿入折条缝中,再抽紧绝缘带,如图 1-12(c) 所示,该绕组即绕制完毕。绕组绕好后应

用万用表检查绕组的通断情况,有一定数值的直流电阻值为正常。

⑧ 绕完一组绕组后,要垫上绕组与绕组之间的绝缘,再开始绕另一组绕组。所有绕组绕制完毕后,应包上外包绝缘,并用万用表检查各绕组的直流电阻。

⑨ 绕制绕组时引出线的处理办法是,如果漆包铜线直径较粗(一般在 0.3 mm 以上),可直接作为引出线;如果线径较细,则应用多股软线焊接且处理好绝缘后再引出。引出线的出线方向应在铁心中心柱一侧。

⑩ 整形。整个绕组绕制完毕后,一般层与层之间比较疏松,使整个绕组的宽度往往会大于铁心窗口的宽度 c 。为此,通常可将绕好的绕组从绕线机上取下后放在台虎钳上加压整形,如图 1-13 所示。整形时注意压力不能大,以免损伤漆包铜线的绝缘。另外,整形时木芯必须放在骨架的中心孔内,待整形完毕后再取出木芯。至此,整个绕组的绕制工作完成。

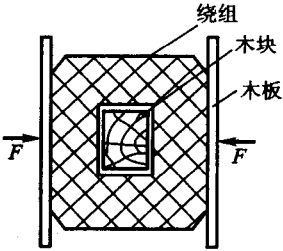


图 1-13 变压器绕组整形

⑪ 绕好的绕组是否需进行浸绝缘漆处理,可视实际情况而定。

(3) 装配。按前面所述,将绕好的绕组与铁心装配成一台完整的变压器,随后再按课题一中单相变压器测试的内容,来测定此台变压器的修理质量是否合乎要求。

4. 注意事项

- (1) 进行单相变压器拆装时,一定要注意千万不能损坏铁心片或使铁心片变形。
- (2) 绕线时必须注意不能损伤漆包铜线绝缘,并要注意垫好绕组对铁心的绝缘和层间绝缘。
- (3) 操作时必须严格保证所绕线圈的匝数符合要求。
- (4) 注意操作正确,确保人身及设备的安全。

5. 成绩评定

项目内容	配分	评分标准	扣分	得分
单相变压器的拆卸	20 分	(1) 拆卸方法不正确扣 3 ~ 10 分 (2) 损坏铁心片扣 5 ~ 10 分		
单相变压器的装配	10 分	(1) 装配方法不正确扣 2 ~ 3 分 (2) 装配质量不好,通电后有响声扣 5 ~ 7 分		
单相变压器绕组的重绕	60 分	(1) 数据记录不正确或不全扣 5 ~ 20 分 (2) 绕组绕线前准备不到位扣 5 ~ 10 分 (3) 绕制工艺不合要求,绕组质量差,扣 10 分 (4) 绕组匝数不对,造成变压比相差大,扣 20 分		
安全文明生产	10 分			
工时:10 h			评分	