**单相变压器的绕制**

**一、目的与要求**

⒈ 掌握变压器的工作原理及接线方法。

⒉ 掌握小型电源变压器的绕制。

**二、设备与材料**

① 小型变压器塑料骨架及铁芯。 1套

② 手动绕线机。 1台

③ 剪刀、尖嘴钳、铁锤、木锤。 各1把

④ 铜导线。 若干

⑤ 绝缘材料：0.015mm电容器纸或白蜡纸、聚酯薄膜、青壳纸。 若干

**三、实训步骤**

① 绕线前的准备工作；

② 绕制线包；

③ 浸漆、绝缘处理；

④ 铁芯镶片。

**四、实训内容及注意事项**

⒈ 绕制前的准备工作

① 制作木芯。

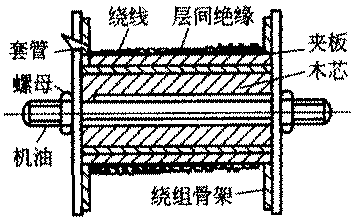
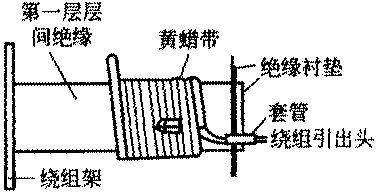
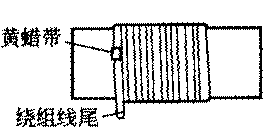
② 制作骨架。

③ 裁剪好各种绝缘纸（布），绝缘纸的宽度应稍长于骨架的长度，而长度应稍大于骨架的周长，还应考虑到绕组绕大后所需的裕量。

1. 绕制线包

⑴ 起绕

绕线前，利用木芯将骨架固定在绕线机上，如图8-6(a)所示。若采用无框骨架，起绕时导线引线头压入一条绝缘带的折条，以便抽紧起始线头，如图8-6(b)所示。导线起绕点不可过于靠近骨架边缘，以免绕线时骨架滑出。若采用有框骨架，导线要紧靠边框不必留出空间，手动绕线机指针必须对“零”。

（a）绕线芯子的安装 （b）绕组线头的紧固 （c）绕组线尾的紧固

图8-6 绕组的绕制

⑵ 绕线方法

导线要求绕得紧密、整齐，不允许有叠线现象。绕线的要领是：按图8-7所示拉线，拉线的手顺绕线的前进方向移动，拉力大小要适当，每绕完一层要垫层间绝缘（电容器纸）。

⑶ 线包的层次

绕线的顺序按一次绕组、静电屏蔽、二次侧高压绕组、低压绕组依次叠饶。每绕完一组绕线后，要垫绕组间绝缘（聚酯薄膜、青壳纸）。

⑷ 线尾的紧固

当一组绕组的绕制接近结束时，要垫上一条绝缘带的折条，继续绕线至结束，将线尾插入绝缘带的折缝中，抽紧绝缘带，线尾便固定了。如图8-6（c）所示.

⑸ 静电屏蔽层的制作

电子设备中的电源变压器，需在一、二次绕组间放置静电屏蔽层。屏蔽层用厚度约0.1mm的铜箔或铝箔等金属箔，其宽度比骨架长度（骨架长度为A）稍短1～3mm，长度比一次绕组的周长短5mm左右，如图8-8所示。屏蔽层夹在一、二次绕组的绝缘垫层间，不能碰到导线或自行短路，铜箔上焊接一根多股软线作为引出接地线。如无铜箔，可用0.12～0.15mm的漆包线密绕一层，一端埋在绝缘层内，另一端引出作为接地线。

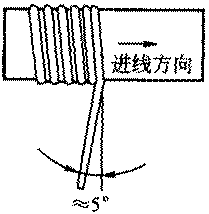
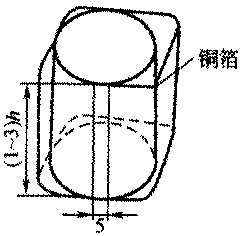
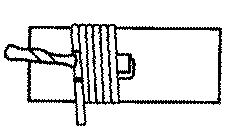
  

图8-7 绕制时拉线的方法 图8-8 静电屏蔽层的形状 图8-9 利用原线做引线

⑹ 引线

当线径大于0.2mm时，绕组的引线可利用原线，按图8-9所示的方法绞合后引出即可。线径小于0.2mm时，应采用多股软线焊接后引出，焊剂应采用松香焊剂，引出线的套管应按耐压等级选用。

⑺ 外层绝缘

线包绕好后，外层用铆好焊片的青壳纸绕2～3层，用胶水粘牢。将各绕组的引出线焊在焊片上。线圈绕制完毕后，应先与铁芯进行试插，看铁芯能否插入铁芯内，如无法插入，需将线圈整形。当能插入自如时，方可进行浸漆、绝缘处理。

⒊ 浸漆、绝缘处理

线包绕好后，为防潮和增强绝缘强度，应做绝缘处理。处理方法是：将线包在烘箱内加温到70～80℃，预热3～5h取出，立即浸入1260漆等绝缘清漆中约0.5h，取出后在通风处滴干，然后在80℃烘箱内烘8h左右即可。

⒋ 铁芯镶片

⑴ 镶片要求

铁芯镶片要求紧密、整齐。不能损伤线包，否则会使铁芯截面积达不到要求，造成磁通密度过大而发热，以及变压器在运行时硅钢片会产生振动噪声。

⑵ 镶片方法

镶片应从线包两边一片一片地交叉对镶，镶到中部时则要两片两片地对镶，当余下最后几片硅钢片时，比较难镶，俗称紧片。紧片需用螺钉旋具撬开两片硅钢片的夹缝才能插入，同时用木锤轻轻敲入，切不可硬性将硅钢片插入，以免损伤框架或线包。

**五、考核评分标准**

**评分表**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 项目 | 评分标准 | 分值 | 扣分 | 得分 | 备注 |
| 1 | 绝缘纸的裁剪 | ①绝缘纸宽度不合适，扣5分；  ②绝缘纸长度不合适，扣5分 | 15 |  |  |  |
| 2 | 绕线方法 | ①绕线方法不正确，扣10分；  ②起绕时，未加入绝缘带折条，扣5分；  ③未垫层间绝缘，每个扣5 分；  ④绕制不整齐，扣5分；  ⑤出现叠线，扣5分 | 40 |  |  |  |
| 3 | 线包的层次 | ①线包层次不正确，扣10分  ②未垫绕组间绝缘，扣5分 | 30 |  |  |  |
| 4 | 线尾的紧固与引线 | ①未垫绝缘带的折条，扣5分；  ②引线接法不正确，扣5分 | 15 |  |  |  |
| 5 | 安全文明操作 | ①违反操作规程，每次扣5分；  ②工作场地不整洁，扣5分 |  |  |  |  |
|  | 工时：6h |  | 100 |  |  |  |

**实训思考**

⒈ 变压器的工作原理是什么？由哪几部分组成？各部分的作用是什么？

⒉ 试分别说明输出电压、输出电流与变压器一、二次绕组匝数比的关系。

⒊ 理想变压器必须具备的条件是什么？

⒋ 为什么说变压器的空载损耗近似等于铁损？

⒌ 为什么说变压器的短路损耗近似等于铜损？

⒍ 变压器的铁芯是起什么作用的？不用铁芯行不行？为什么变压器的铁芯要用硅钢片叠成？用整块的铁芯行不行？

⒎ 为什么变压器铁芯中的主磁通，基本上不随负载电流的变化而变化？为什么变压器的I1随I2而变化？

⒏ 变压器能否用来变换直流电压？如果将变压器接到与它的额定电压相同的直流电源上，会产生什么后果？

⒐ 变压器能变换电压、电流和阻抗，能不能变换功率？

⒑ 为什么在运行时，电压互感器二次侧不允许短路？而电流互感器的二次绕组不能开路？

⒒ 变压器铭牌上的额定值有什么意义？为什么变压器额定容量SN的单位是kV·A(或V·A)，而不是kW（或W）？

户内10kV配电系统

课程编号：

课程类型：必修课

学时：2天

1. 实习目的（黑体，小四号）

使学生了解户内10kV现场中运行的设备。

1. 实习任务（黑体，小四号）

以《XGN2－12（Z）箱型固定式金属封闭开关设备》这一工程实例，使学生了解户内10kV现场中运行的设备；学习户内10kV开关设备运行程序，并按规范进行相关的操作。

1. 实习的基本要求（黑体，小四号）

使学生了解系统的基本构成及原理，熟悉设备的操作方法；完成由接受指令→填写操作票→操作这个完整过程。

1. 时间安排（黑体，小四号）

本实习安排在第4学年第1学期，共2周。

1. 实习内容及进度安排（黑体，小四号）

正文为宋体，五号字

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 实习具体内容 | 适合实习的单位 | 天数 | 实习方式  （集体、自主、分散） |
| 1 | 户内10kV配电系统概述。 |  |  | 集体 |
| 2 | 系统认知。根据10kV配电系统概述，结合《XGN2－12（Z）箱型固定式金属封闭开关设备》认识系统的组成和高压设备元件。 |  |  | 集体 |
| 3 | 户内10kV开关设备操作介绍。 |  |  | 集体 |
| 4 | 户内10kV开关设备操练习。 |  |  | 集体 |
| 5 | 操作票填写介绍。 |  |  | 集体 |
| 6 | 按标准操作票进行倒闸操。 |  |  | 集体 |
| 7 | 根据调度令填写操作票。 |  |  | 集体 |
|  |  |  |  |  |

1. 考核内容和方法（黑体，小四号）

结合学生的先修课程、相关的国家标准和行业标准、现场的设备，进行系统介绍，并逐人进行操作准备练习；结合现场设备，以讲解与实操相结合的方式实施本部分的基本内容，逐人完成按标准操作票进行倒闸操、根据调度令填写操作票的项目。

严格执行《华北电力大学本专科生实习工作细则》，实习成绩实行五级记分制或通过不通过两极记分制。

考核内容：考勤、纪律、实习日记、实习报告、实习接收单位鉴定表等。

1. 推荐参考书（黑体，小四号）

正文为宋体，五号字

参考书：《书名》，编著者，出版社，版别（\*年\*月，第几版）

1. 其他需说明的（黑体，小四号）

附录：户内10kV开关设备操作

工程实践中心（高压部）操作票

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 发令人 | |  | 受令人 |  | 法令时间 |  | |
| 操作开始时间  年 月 日 时 分 | | | | 操作结束时间  年 月 日 时 分 | | | |
| （ ）监护下操作 （ ）单人操作 （ ）检修人员操作 | | | | | | | |
| 操作任务；3号变压器出线柜 电 | | | | | | | |
| 顺序 | 操作项目 | | | | | | √ |
|  |  | | | | | |  |
|  |  | | | | | |  |
|  |  | | | | | |  |
|  |  | | | | | |  |
|  |  | | | | | |  |
|  |  | | | | | |  |
|  |  | | | | | |  |
|  |  | | | | | |  |
|  |  | | | | | |  |
|  |  | | | | | |  |
|  |  | | | | | |  |
|  |  | | | | | |  |
| 备注：  运行状态： 4号母线带电，213-4、213 ，3号变压器出线柜于 中。  倒闸操作后：4号母线带电，213-4、213 ，3号变压器出线柜于 中。 | | | | | | | |
| 操作人： 监护人： 值班负责人（职长）： | | | | | | | |

户外柱上式变压器系统

课程编号：

课程类型：必修课

学时：2天

1. 实习目的（黑体，小四号）

使学生了解户外10kV现场中运行的设备。

1. 实习任务（黑体，小四号）

以户外柱上式变压器这一工程实例，使学生了解户外10kV现场中运行的设备。

1. 实习的基本要求（黑体，小四号）

了解并掌握户外柱上式变压器系统的构成、操作方式，掌握蹬杆作业的基本方法和要求。

1. 时间安排（黑体，小四号）

本实习安排在第4学年第1学期，共2周。

1. 实习内容及进度安排（黑体，小四号）

正文为宋体，五号字

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 实习具体内容 | 适合实习的单位 | 天数 | 实习方式  （集体、自主、分散） |
| 1 | 户外柱上式变压器系统介绍。 |  |  | 集体 |
| 2 | 户外柱上式变压器停电、送电操作。 |  |  | 集体 |
| 3 | 蹬杆作业的基本方法和相关安全用具的介绍。 |  |  | 集体 |
| 4 | 蹬杆作业操作。 |  |  | 集体 |
| 5 |  |  |  |  |

1. 考核内容和方法（黑体，小四号）

结合学生的先修课程、相关的国家标准和行业标准、现场的设备，进行系统介绍，并逐人进行操作准备练习；结合现场设备，以讲解与实操相结合的方式实施本部分的基本内容，，逐人完成户外柱上式变压器停电、送电操作、蹬杆作业的项目。

严格执行《华北电力大学本专科生实习工作细则》，实习成绩实行五级记分制或通过不通过两极记分制。

考核内容：考勤、纪律、实习日记、实习报告、实习接收单位鉴定表等。

1. 推荐参考书（黑体，小四号）

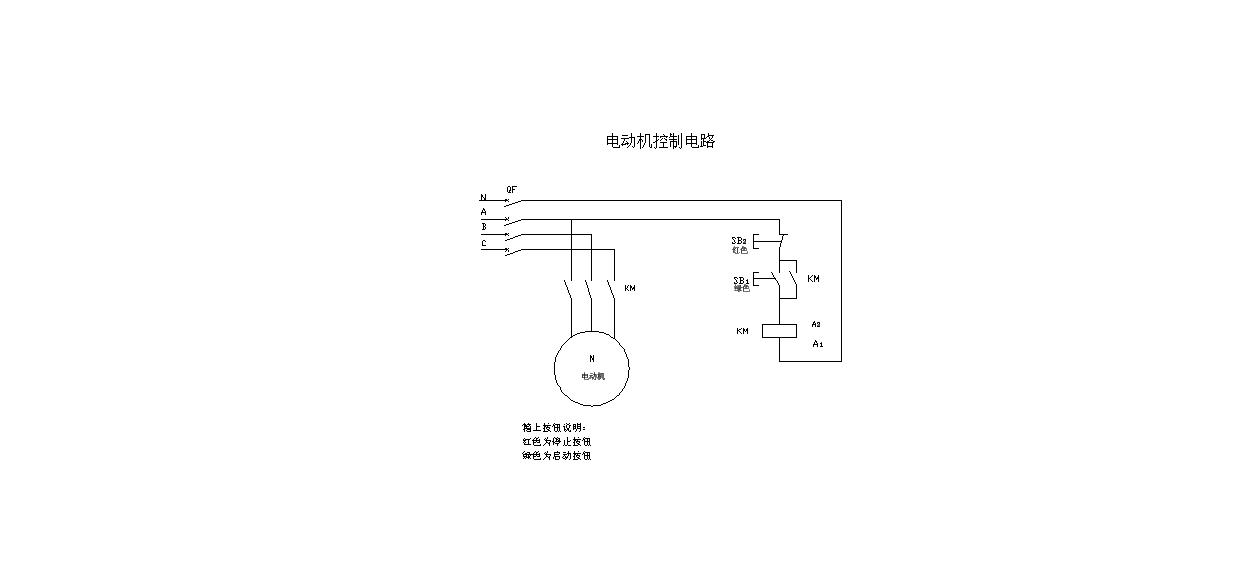
正文为宋体，五号字

参考书：《书名》，编著者，出版社，版别（\*年\*月，第几版）

1. 其他需说明的（黑体，小四号）

**电机启动控制的实验说明书**

实验目的：通过连接电动机继电器控制电路认识并了解继电器控制的方法。

实验器材：空气开关 2个；继电器1个；鼠笼型异步电机 1个；点动按钮红色，绿色各1个；导线若干。

实验步骤：

1. 根据上图接好控制电路；
2. 检查控制线路中各接点的安全可靠性；
3. 将控制电路与鼠笼型电机相连，当异步电机成功实现：当按下绿色按钮时启动，当按下红色按钮时停止。试验成功。

实验原理：电磁继电器的工作原理和特性

电磁式继电器一般由铁芯、线圈、衔铁、触点簧片等组成的。只要在线圈两端加上一定的电压，线圈中就会流过一定的电流，从而产生电磁效应，衔铁就会在电磁力吸引的作用下克服返回弹簧的拉力吸向铁芯，从而带动衔铁的动触点与静触点（常开触点）吸合。当线圈断电后，电磁的吸力也随之消失，衔铁就会在弹簧的反作用力返回原来的位置，使动触点与原来的静触点（常闭触点）吸合。这样吸合、释放，从而达到了在电路中的导通、切断的目的。对于继电器的“常开、常闭”触点，可以这样来区分：继电器线圈未通电时处于断开状态的静触点，称为“常开触点”；处于接通状态的静触点称为“常闭触点”。

本实验为机电控制中的自锁电路。由于电路中接入的是红色按钮的常闭开关，当绿色按钮的常开开关闭合时，继电器KM得电，使得其常开触点闭合，形成自锁电路，保证电动机的持续供电。

思考题：1.继电器的工作原理是什么？

2.继电器与断路器的区别是什么？

3.请列举继电器控制的优点及缺点。