



普通高等教育“十一五”国家级规划教材
新编21世纪高等职业教育电子信息类规划教材



机电一体化技术专业

电动机与变压器 应用技术 (第3版)

李 明 主 编
朱琼玲 何 弢 副主编
韩 军 主 审

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

新编 21 世纪高等职业教育电子信息类规划教材·机电一体化技术专业

电动机与变压器应用技术

(第 3 版)

李 明 主 编

朱琼玲 副主编
何 弢

韩 军 主 审

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本教材主要介绍变压器结构原理,运行性能,使用维护技术,故障处理方法,交、直流电动机结构原理、运行性能,拖动性能的有关知识,以及常用控制电机的种类、用途、性能特点和典型应用。全书共分六个模块:变压器的使用与维护、交流电动机的认识与使用、交流电动机的维护与修理、直流电动机的使用与维护、电动机的选择、控制电机应用。

本教材编写时力求把握高职教育的特点,淡化电机内部电磁场理论,减少公式的推导,注意分析其结构对公式中参数的影响;简化电机原理分析,加强实际应用的举例。本书可作为高职高专院校机电类和自动化类专业的教材,也可作为变压器、电动机使用维护中的工具书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

电动机与变压器应用技术/李明主编. —3 版. —北京:电子工业出版社,2009.11

(新编 21 世纪高等职业教育电子信息规划教材·机电一体化技术专业)

ISBN 978-7-121-09785-0

I. 电… II. 李… III. ①电动机-高等学校:技术学校-教材②变压器-高等学校:技术学校-教材
IV. TM32 TM4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 198261 号

策 划: 陈晓明

责任编辑: 陈晓明 特约编辑: 张凯贤

印 刷: 北京市顺义兴华印刷厂

装 订: 三河市双峰印刷装订有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1092 1/16 印张: 17.5 字数: 448 千字

印 次: 2009 年 11 月第 1 次印刷

印 数: 4 000 册 定价: 27.00 元

凡所购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010)88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010)88258888。

第3版前言

《电机与电力拖动》教材自2003年问世以来,能做到今天的第3版,全得益于各位同仁的支持与厚爱。该教材不仅包含了编者的心血劳动,同时也凝聚了编辑们的辛勤劳作和众多老师在使用中回馈的意见和建议。在此,仅代表参加教材编写的全体教师向给予我们关心、关照的兄弟院校的老师以及出版社的编辑们表示由衷的感谢。

与第2版比较,第3版进一步体现了“淡化理论,拓展知识,培养技能,重在应用”的编写原则。教材内容充分体现“实用性,技能性”的特点,将技能训练内容编入教材,增加了电动机变压器的使用、安装、维护、修理的方法与步骤,一定程度上拓展了知识的深度和广度,在作为教材的同时也具有一定的工具书和资料汇集的功能。同时,适当弱化了拖动理论知识和工程选型计算,并更名为《电动机与变压器应用技术(第3版)》。

第3版采用了模块化的内容组合方式,在模块中按照了循环渐进的认知规律,调整了内容的编写顺序,将使用频率高的变压器、交流电动机编排在了前面。第3版对习题进行了很大的改动,一是大量增加了习题的容量,以供师生选择;二是将原来的只有问答题和计算题的形式改为填空题、判断题、选择题、简答题和计算题等多种形式,能让学生用不同的方式去巩固所学知识技能。

本书由重庆工程职业技术学院李明老师担任主编,编写了项目1、项目2、项目3;重庆工程职业技术学院何弢老师担任副主编,编写了项目4;重庆工程职业技术学院朱琼玲老师担任副主编,编写了项目6;重庆工程职业技术学院唐波老师编写了项目5。全书由重庆赛力盟电机有限责任公司主任工程师韩军担任主审,他对本书提出了大量宝贵意见和建议。

由于编者水平所限,书中错误或不当之处在所难免,恳请读者批评指正。如有赐教请发至邮箱 lihuiliang2782@163.com。如有需求也可通过该邮箱联系。

编 者
2009年7月

参加“新编 21 世纪高等职业教育电子信息类规划教材”

编写的院校名单(排名不分先后)

桂林工学院南宁分院

江西信息应用职业技术学院

江西蓝天职业技术学院

吉林电子信息职业技术学院

保定职业技术学院

安徽职业技术学院

杭州中策职业学校

黄石高等专科学校

天津职业技术师范学院

福建工程学院

湖北汽车工业学院

广州铁路职业技术学院

台州职业技术学院

重庆科技学院

济宁职业技术学院

四川工商职业技术学院

吉林交通职业技术学院

连云港职业技术学院

天津滨海职业技术学院

杭州职业技术学院

重庆职业技术学院

重庆工业职业技术学院

广州大学科技贸易技术学院

湖北孝感职业技术学院

江西工业工程职业技术学院

四川工程职业技术学院

广东轻工职业技术学院

广东技术师范职业技术学院

西安理工大学

辽宁大学高职学院

天津职业大学

天津大学机械电子学院

九江职业技术学院

包头职业技术学院

北京轻工职业技术学院

黄冈职业技术学院

郑州工业高等专科学校

泉州黎明职业大学

浙江财经学院信息学院

南京理工大学高等职业技术学院

南京金陵科技学院

无锡职业技术学院

西安科技学院

西安电子科技大学

河北化工医药职业技术学院

石家庄信息工程职业学院

三峡大学职业技术学院
桂林电子工业学院高职学院
桂林工学院
南京化工职业技术学院
湛江海洋大学海滨学院
江西工业职业技术学院
江西渝州科技职业学院
柳州职业技术学院
邢台职业技术学院
漯河职业技术学院
太原电力高等专科学校
苏州经贸职业技术学院
金华职业技术学院
河南职业技术师范学院
新乡师范高等专科学校
绵阳职业技术学院
成都电子机械高等专科学校
河北师范大学职业技术学院
常州轻工职业技术学院
常州机电职业技术学院
无锡商业职业技术学院
河北工业职业技术学院
天津中德职业技术学院
安徽电子信息职业技术学院
合肥通用职业技术学院
安徽职业技术学院
浙江工商职业技术学院
河南机电高等专科学校
深圳信息职业技术学院

河北工业职业技术学院
湖南信息职业技术学院
江西交通职业技术学院
沈阳电力高等专科学校
温州职业技术学院
温州大学
广东肇庆学院
湖南铁道职业技术学院
宁波高等专科学校
南京工业职业技术学院
浙江水利水电专科学校
成都航空职业技术学院
吉林工业职业技术学院
上海新侨职业技术学院
天津渤海职业技术学院
驻马店师范专科学校
郑州华信职业技术学院
浙江交通职业技术学院
江门职业技术学院
广西工业职业技术学院
广州市今明科技公司
无锡工艺职业技术学院
江阴职业技术学院
南通航运职业技术学院
山东电子职业技术学院
潍坊学院
广州轻工高级技工学校
江苏工业学院

目 录

项目 1 变压器的使用与维护	(1)
1.1 变压器的初步认识	(1)
1.1.1 变压器的用途	(1)
1.1.2 变压器的分类	(1)
1.1.3 变压器的基本结构	(2)
1.1.4 变压器的主要技术参数	(5)
1.1.5 技能训练 1——变压器的基本操作使用方法	(6)
1.2 变压器的运行性能	(8)
1.2.1 变压器的基本工作原理	(8)
1.2.2 变压器的电路模型	(13)
1.2.3 变压器的运行特性	(16)
1.2.4 技能训练 2——单相变压器的参数测定和外特性测定	(17)
1.3 三相变压器和特殊变压器的应用	(21)
1.3.1 三相变压器的应用	(21)
1.3.2 特殊变压器的应用	(26)
1.3.3 技能训练 3——单相变压器的极性测定和三相变压器连接组别测定	(33)
1.4 变压器的使用技术	(37)
1.4.1 电力变压器的选择	(37)
1.4.2 电力变压器的日常维护	(38)
1.4.3 变压器的异常运行及处理	(39)
1.4.4 电力变压器的安装	(39)
1.4.5 常用电力变压器的技术数据	(40)
1.5 变压器的故障及处理案例	(42)
1.5.1 变压器的过热现象及处理	(42)
1.5.2 变压器绕组绝缘故障原因分析及解决方法	(43)
1.5.3 变压器铁芯过热故障的原因分析及解决方法	(47)
1.5.4 变压器运行方式选择、改接、改压运行	(49)
习题 1	(50)
项目 2 交流电动机的认识与使用	(56)
2.1 三相交流电动机的初步认识	(56)
2.1.1 三相异步电动机的特点和用途	(56)
2.1.2 三相异步电动机的结构	(56)
2.1.3 三相异步电动机的技术数据	(59)
2.1.4 三相异步电动机的系列及特点	(62)
2.1.5 技能训练 4——三相异步电动机的基本操作	(63)
2.1.6 技能训练 5——三相异步电动机的拆装	(65)

2.2	三相交流电动机的运行性能	(68)
2.2.1	三相异步电动机的工作原理	(68)
2.2.2	三相异步电动机的定子绕组	(70)
2.2.3	三相异步电动机的运行	(77)
2.2.4	三相异步电动机的功率和电磁转矩	(83)
2.2.5	三相异步电动机的工作特性	(84)
2.2.6	技能训练6——三相异步电动机的参数测定	(89)
2.3	三相交流电动机的拖动性能	(93)
2.3.1	电力拖动系统的运动方程式	(94)
2.3.2	电力拖动系统的负载转矩	(97)
2.3.3	电力拖动系统的稳定运行条件	(98)
2.3.4	三相异步电动机的启动	(100)
2.3.5	三相异步电动机的电气制动	(109)
2.3.6	三相异步电动机的调速	(112)
2.3.7	技能训练7——三相异步电动机的启动和制动	(122)
2.3.8	技能训练8——三相异步电动机的调速	(125)
2.4	单相异步电动机的使用	(127)
2.4.1	结构原理	(127)
2.4.2	单相异步电动机的分类	(129)
2.4.3	单相异步电动机的反转	(132)
2.4.4	单相异步电动机的调速	(132)
2.4.5	家电中常用的单相异步电动机	(133)
2.4.6	技能训练9——单相异步电动机的启动与调速	(134)
2.5	同步电动机的应用	(137)
2.5.1	同步电机的种类及用途	(137)
2.5.2	同步电动机的结构	(138)
2.5.3	同步电动机的工作原理	(139)
2.5.4	同步电动机的功角、矩角特性	(140)
2.5.5	同步电动机的V形曲线	(140)
2.5.6	同步电动机的启动	(141)
2.5.7	同步电动机的调速	(141)
2.5.8	同步电动机应用	(142)
习题2		(145)
项目3	交流电动机的维护与修理	(149)
3.1	定子绕组的绕制	(149)
3.1.1	异步电动机的拆卸	(149)
3.1.2	线圈绕制	(155)
3.1.3	线圈的嵌放工艺	(157)
3.1.4	线圈的接线	(165)
3.1.5	绕制后的检测	(169)
3.1.6	绕组的浸漆与烘干	(170)
3.1.7	修理后的装配	(172)
3.2	异步电动机的维护	(173)

3.2.1	异步电动机的安装	(174)
3.2.2	异步电动机的启动	(176)
3.2.3	异步电动机运行中的监视	(176)
3.2.4	异步电动机的定期维护	(177)
3.3	异步电动机的故障判断与修理	(178)
3.3.1	振动故障	(178)
3.3.2	噪声故障	(180)
3.3.3	发热故障	(182)
3.3.4	三相交流电动机定子绕组故障	(184)
3.3.5	三相交流电动机定子绕组故障的应急处理	(188)
3.3.6	三相交流异步电动机转子故障及修理方法	(189)
习题3		(196)
项目4	直流电动机的使用与维护	(199)
4.1	认识直流电机	(199)
4.1.1	直流电机的特点和用途	(199)
4.1.2	直流电机的基本工作原理	(200)
4.1.3	直流电机的基本结构	(201)
4.1.4	直流电动机的励磁方式	(203)
4.1.5	直流电机的铭牌和额定值	(204)
4.1.6	技能训练10——直流电动机的简单操作使用	(206)
4.2	直流电机的运行	(208)
4.2.1	直流电机的磁场和电枢反应	(208)
4.2.2	直流电机的电枢电动势和电磁转矩	(210)
4.2.3	直流电机的换向	(212)
4.2.4	直流电动机的基本方程式	(215)
4.2.5	直流电动机的工作特性	(216)
4.3	直流电动机的拖动性能	(217)
4.3.1	直流电动机的机械特性	(217)
4.3.2	他励直流电动机的启动	(220)
4.3.3	他励直流电动机的电气制动	(223)
4.3.4	他励直流电动机的调速	(227)
4.3.5	串励直流电动机的拖动性能	(228)
4.3.6	技能训练11——测试直流电动机的机械特性和调速方法	(230)
习题4		(232)
项目5	电动机的选择	(235)
5.1	电动机额定功率的选择	(235)
5.1.1	电动机的发热与冷却	(235)
5.1.2	电动机的工作制	(237)
5.1.3	电动机额定功率的选择	(237)
5.2	电动机种类、结构、电压和转速的选择	(242)
5.2.1	电动机种类的选择	(242)
5.2.2	电动机结构形式的选择	(243)
5.2.3	电动机额定电压的选择	(244)

5.2.4 电动机额定转速的选择	(244)
习题5	(245)
项目6 控制电机应用	(247)
6.1 伺服电动机	(247)
6.1.1 交流伺服电动机	(247)
6.1.2 直流伺服电动机	(249)
6.1.3 伺服电动机应用举例	(249)
6.2 测速发电机	(250)
6.2.1 交流测速发电机	(251)
6.2.2 直流测速发电机	(252)
6.3 自整角机	(254)
6.3.1 力矩式自整角机的工作原理	(255)
6.3.2 控制式自整角机的工作原理	(257)
6.4 旋转变压器	(258)
6.4.1 基本结构	(258)
6.4.2 正余弦旋转变压器的工作原理	(258)
6.4.3 线性旋转变压器的工作原理	(259)
6.5 步进电动机	(260)
6.5.1 结构	(261)
6.5.2 基本工作原理	(261)
6.6 直线电动机	(263)
习题6	(266)
参考文献	(268)

项目 1 变压器的使用与维护

1.1 变压器的初步认识

任务目标:

- (1) 了解变压器的用途和分类。
- (2) 认识变压器的外形和内部结构,熟悉各部件的作用。
- (3) 了解变压器铭牌中型号和额定值的含义,掌握额定值的应用意义。
- (4) 学会变压器的检测、接线和简单操作使用。

任务分析:

变压器利用电磁感应原理,可以将一种电压等级的交流电变为同频率的另一种电压等级的交流电。变压器广泛应用于各种交流电路中,与人们的生产生活密切相关。小型变压器应用于机床的安全照明和控制电路、各种电子产品的电源适配器、电子线路中的阻抗匹配等。大型电力变压器是电力系统中的关键设备,起着高压输电、低压供电的重要作用。

1.1.1 变压器的用途

变压器的作用是在交流电路中改变电压高低、改变电流大小、改变阻抗大小、改变相位和进行电气隔离。

实际工作中,常常需要各种不同的电源电压。例如,发电厂发出的电压一般为 $6 \sim 10\text{kV}$;在电能输送过程中,为了减少线路损耗,通常要将电压升高到 $110 \sim 500\text{kV}$;而我们日常使用的交流电的电压为 220V ;三相电动机的线电压则为 380V ,这又需要变压器将电网的高压交流电降低到 $380/220\text{V}$;所以,在输电和用电的过程中都需要经变压器升高或降低电压。因此变压器是电力系统中的关键设备,其容量远大于发电机的容量。图 1-1 是电力系统的流程示意图,其中, G 为发电机, T1 为升压变压器, T2 ~ T4 为降压变压器。

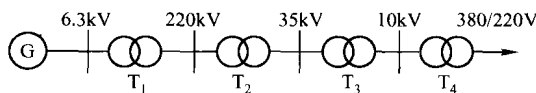


图 1-1 电力系统示意图

1.1.2 变压器的分类

为了达到不同的使用目的,并适应不同的工作条件,变压器的种类很多,分类的方法也多种多样,可以按照以下方式分类。

1. 根据用途不同分类

(1) 电力变压器。包括升压变压器、降压变压器、配电变压器、厂用变压器等。

(2) 特种变压器。包括电炉变压器、整流变压器、电焊变压器、仪用互感器(又可分为电压互感器和电流互感器)、高压试验变压器、调压变压器和控制变压器等。

2. 根据绕组数目不同分类

可分为自耦变压器(只有一个绕组)、双绕组变压器、三绕组变压器和多绕组变压器。

3. 根据冷却方式和冷却介质不同分类

(1) 干式变压器。

(2) 油浸式变压器。包括油浸自冷变压器、油浸风冷变压器、强迫油循环冷却变压器。

(3) 充气式变压器。

4. 根据铁芯结构不同分类

可分为心式变压器和壳式变压器,如图 1-2、图 1-3 所示。

5. 根据容量不同分类

可分为中小型变压器($<6\,300\text{kVA}$)、大型变压器($8\,000\sim 63\,000\text{kVA}$)、特大型变压器($>63\,000\text{kVA}$)。

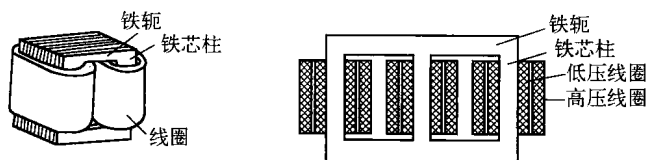


图 1-2 心式变压器

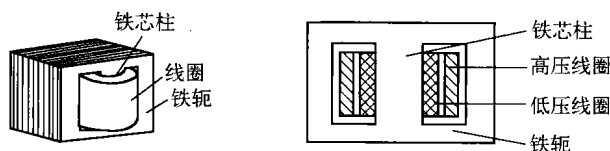


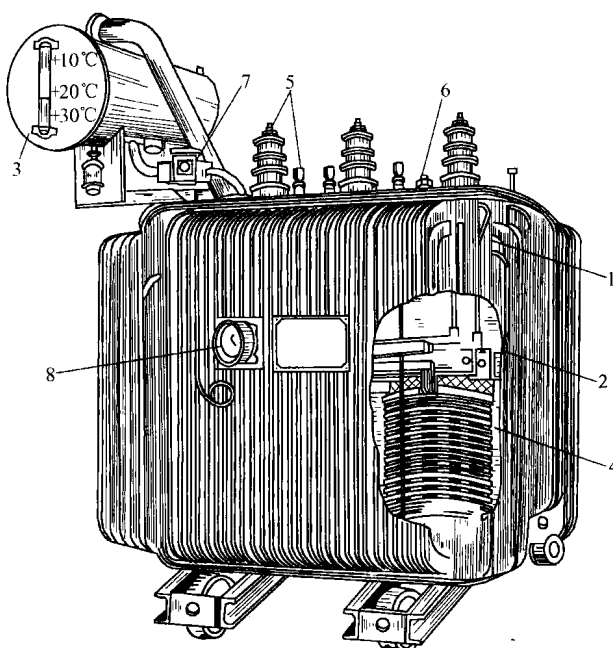
图 1-3 壳式变压器

1.1.3 变压器的基本结构

变压器最主要的组成部分是铁芯和绕组,称之为器身。大中容量的电力变压器的铁芯和绕组浸入盛满变压器油的封闭油箱中,各绕组对外线路的连接线由绝缘套管引出。为了使变压器安全可靠运行,还设有储油柜、安全气道、气体继电器等附件。中小型油浸自冷式三相电力变压器的外形如图 1-4 所示。

1. 铁芯

铁芯作为变压器的闭合磁路和固定绕组及其他部件的骨架。为了减小磁阻、减小交变磁通在铁芯内产生的磁滞损耗和涡流损耗,变压器的铁芯大多采用 0.35mm 厚的冷轧硅钢片叠



1—油箱；2—铁芯及绕组；3—储油柜；4—散热筋；5—高、低压绕组出线端；
6—分接开关；7—气体继电器；8—信号温度计

图 1-4 三相油浸式电力变压器

装而成。变压器的铁芯有心式和壳式两种基本形式。

心式变压器的铁芯由铁芯柱、铁轭和夹紧器件组成，绕组套在铁芯柱上，如图 1-2 所示。心式变压器的结构简单，绕组的装配工艺、绝缘工艺相对于壳式变压器简单，国产三相油浸式电力变压器大多采用心式结构。

壳式变压器的铁芯包围了绕组的两面，就像是绕组的外壳，如图 1-3 所示。壳式变压器的机械强度相对较高，但制造工艺复杂，所用材料较多，一般的电力变压器很少采用，而小型电源变压器大多采用壳式结构。

铁芯叠片的形式根据变压器的大小有所不同。大中型变压器的铁芯，一般都将硅钢片裁成条状，采用交错叠片的方式组装而成，使各层磁路的接缝互相错开，这种方法可以减小气隙和磁阻，如图 1-5 所示。小型变压器为了简化工艺和减小气隙，常采用 E 字形、F 字形和 C 字形硅钢片交替叠压而成，如图 1-6 所示。

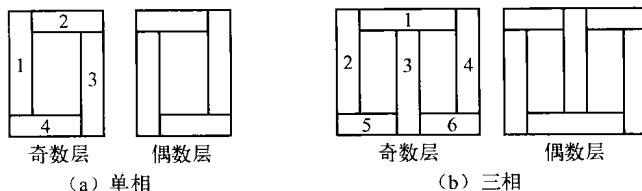


图 1-5 大中型变压器铁芯的硅钢片

2. 绕组

绕组是变压器的电路部分。它由漆包线或绝缘的扁铜线绕制而成，有同心式和交叠式两

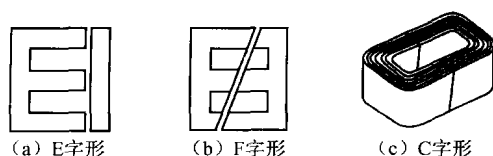


图 1-6 小型变压器铁芯的硅钢片

种。同心式绕组是将高、低压绕组套在同一铁芯柱的内外层，如图 1-7(a)所示。交叠式绕组的高、低压绕组是沿轴向交叠放置的，如图 1-7(b)所示。

同心式绕组结构简单，绝缘和散热性能好，所以在电力变压器中得到广泛采用。而交叠式绕组的引线比较方便，机械强度好，易构成多条并联支路，因此常用于大电流变压器中，例如电炉变压器、电焊变压器等。

变压器中与电源相连的绕组叫一次绕组、原绕组、原边或初级绕组，与负载相连的绕组叫二次绕组、副绕组、副边或次级绕组。

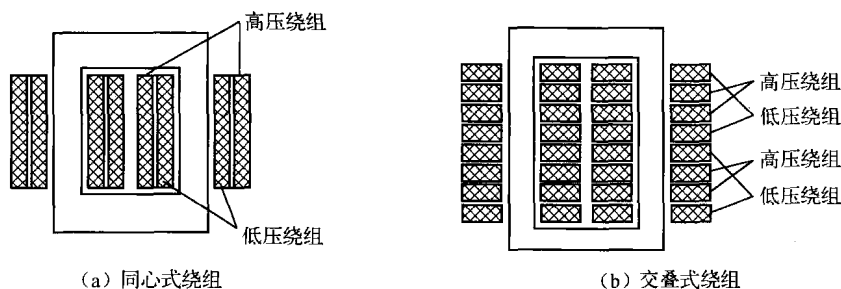


图 1-7 变压器的 2 种绕组

3. 其他部件

(1) 油箱。变压器的器身放置在灌有高绝缘强度、高燃点变压器油的油箱内。

变压器运行时，铁芯和绕组都要发出热量，使变压器油发热。发热的变压器油在油箱内发生对流，将热量传送至油箱壁及其上的散热器，再向周围空气或冷却水辐射，达到散热的目的，从而使变压器内的温度保持在合理的水平上。

(2) 储油柜(油枕)。储油柜装置在油箱上方，通过连通管与油箱连通，起到保护变压器油的作用。

变压器油在较高温度下长期与空气接触容易吸收空气中的水分和杂质，使变压器油的绝缘强度和散热能力相应降低。装置储油柜的目的是为了减小油面与空气的接触面积、降低与空气接触的油面温度并使储油柜上部的空气通过吸湿剂与外界空气交换，从而减慢变压器油的受潮和老化的速度。

(3) 气体继电器(瓦斯继电器)。气体继电器装置在油箱与储油柜的连通管道中，对变压器的短路、过载、漏油等故障起到保护的作用。

(4) 安全气道(防爆管)。安全气道是装置在较大容量变压器油箱顶上的一个钢质长筒，下筒口与油箱连通，上筒口以玻璃板封口。

当变压器内部发生严重故障又恰逢气体继电器失灵时，油箱内部的高压气体便会沿着安全气道上升，冲破玻璃板封口，从而避免油箱受力变形或爆炸。

(5) 绝缘套管。绝缘套管是装置在变压器油箱盖上面的绝缘套管,以确保变压器的引出线与油箱绝缘。

(6) 分接开关。分接开关装置在变压器油箱盖上面,通过调节分接开关来改变原绕组的匝数,从而使副绕组的输出电压可以调节,以避免副绕组的输出电压因负载变化而过分偏离额定值。

分接开关有无载分接开关和有载分接开关两种。一般的分接开关有三个挡位, +5%挡、0挡和-5%挡。若要副绕组的输出电压降低,则将分接开关调至原绕组匝数多的一挡,即+5%挡;若要副绕组的输出电压升高,则将分接开关调至原绕组匝数少的一挡,即-5%挡。

1.1.4 变压器的主要技术参数

变压器的主要技术参数显示在变压器的铭牌上。铭牌是装在设备、仪器等外壳上的金属标牌,上面标有名称、型号、功能、规格、出厂日期、制造厂等字样,是用户安全、经济、合理使用变压器的依据。变压器铭牌上的主要数据如下。

1. 型号

型号表示变压器的结构特点、额定容量和高压侧的电压等级。例如,S—100/10, S表示三相油浸自冷铜绕组变压器,100表示额定容量为100kVA,10表示高压侧电压等级为10kV。

2. 额定电压 U_{1N}/U_{2N}

额定电压 U_{1N}/U_{2N} 的单位为 V 或 kV。 U_{1N} 是指变压器正常工作时加在一次绕组上的电压; U_{2N} 是一次绕组加 U_{1N} 时,二次绕组的开路电压,即 U_{20} 。在三相变压器中,额定电压是指线电压。

3. 额定电流 I_{1N}/I_{2N}

额定电流 I_{1N}/I_{2N} 的单位为 A。 I_{1N}/I_{2N} 是指变压器一次、二次绕组连续运行所允许通过的电流。在三相变压器中,额定电流是指线电流。

4. 额定容量 S_N

额定容量 S_N 的单位为 VA 或 kVA。 S_N 是指变压器额定的视在功率,即设计功率,通常叫容量。在三相变压器中, S_N 是指三相总容量。额定容量 S_N 、额定电压 U_{1N}/U_{2N} 、额定电流 I_{1N}/I_{2N} 三者之间的关系如下:

$$\text{单相变压器: } S_N = U_{1N}/I_{1N} = U_{2N}/I_{2N}$$

$$\text{三相变压器: } S_N = \sqrt{3}U_{1N}I_{1N} = \sqrt{3}U_{2N}I_{2N}$$

除了额定电压、额定电流和额定功率外,变压器铭牌上还标有额定频率 f_N 、效率 η 、温升 τ 、短路电压标称值 $u_k\%$ 、连接组别、相数 m 等。变压器的铭牌如图 1-8 所示。

三相电力变压器					
型 号 S9—500/10 产品代号 IFATO、710、022 标准代号 GB 1094.1—5—1996 额定容量 500kVA 3 相 50Hz 额定效率 98.6% 使用条件 户外式 冷却方式 ONAN 油 重 311kg		开关位置		电压(V)	
				高压	低压
		I	+5%	10500	400
		II	额定	10000	
		III	-5%	9500	
				高压	低压
				28.27	721.7
连接组别 Yyn0 额定温升 80℃ 总 重 量 1779kg		短路电压 4.4% 器 身 重 1115kg 出厂序号 200201061			
××变压器厂				2002年1月	

图 1-8 变压器的铭牌

1.1.5 技能训练 1——变压器的基本操作使用方法

1. 目的

- (1) 认识并检测单相变压器。
- (2) 学会单相变压器的接线和操作使用。

2. 工具、仪器和设备

- (1) 单相交流可调电源一台。
- (2) 单相变压器一台。
- (3) 交流电压表和交流电流表各两块。
- (4) 可调负载电阻一个。
- (5) 万用表一块。
- (6) 导线若干。

3. 训练过程

(1) 认识、检测并记录单相变压器及相关设备的规格、量程和额定值。实训操作需要一套电机及电力拖动实训装置，装置上面应具备变压器、可调电源、测量仪表、可调负载电阻等基本平台。

单相变压器是实训操作的对象，通电后观察单相变压器的输入/输出电压的关系以及输入/输出电流的关系。

交流电压表、交流电流表是实训的测量工具，要注意量程。

可调负载电阻可以通过旋转手柄来调节阻值的大小，从而改变变压器电流的大小，开始通电前，电阻值应该调到最大位置，电阻调节手柄逆时针旋转阻值增大，顺时针旋转阻值减。

在使用上述设备前，先检测并记录它们的规格、量程和额定值。

① 单相可调交流电源电压 $U = 0 \sim \quad \text{V}$

② 交流电压表量程 $U_1 =$ V

③ 交流电压表量程 $U_2 =$ V

④ 交流电流表量程 $I_1 =$ A

⑤ 交流电流表量程 $I_2 =$ A

⑥ 负载调节电阻 $R_L = 0 \sim$ Ω

⑦ 单相变压器的额定值: $S_N =$ VA, $U_{1N} =$ V, $U_{2N} =$ V, $I_{1N} =$ A, $I_{2N} =$ A, 一次绕组电阻 $r_1 =$ Ω , 二次绕组电阻 $r_2 =$ Ω 。

(2) 绘制单相变压器的工作电路图。按照变压器原边接电源, 副边接电阻负载的要求, 并根据单相变压器的额定值和电源的参数, 将需要测量的原副边电压电流的仪表连接起来, 如图 1-9 所示。

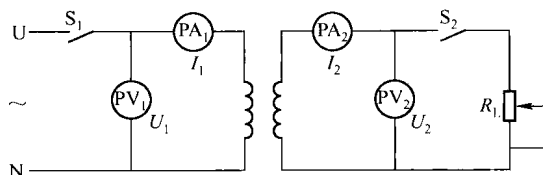


图 1-9 单相变压器工作接线图

(3) 连接单相变压器的工作电路。按照工作接线图将交流电源、单相变压器、交流电压表、交流电流表、可调负载电阻以及开关连接好并经指导教师认可后, 接通交流电源。注意此时务必将电源输出电压调到最小位置, 注意各电压、电流表的量程, 负载电阻的阻值调到最大位置。

(4) 测试变压器的输入/输出电压关系。先闭合电源开关 S_1 , 接通单相交流电源, 再逐渐慢慢升高电压, 注意观察并记录两个电压表的读数, 直至变压器的输入电压为额定值。在 $(0.2 \sim 1) U_N$ 的范围内, 共读取 7~8 组数据, 记录于表 1-1 中。

表 1-1 变压器的输入/输出电压关系

U_1 (V)								
U_2 (V)								

(5) 测试变压器的输入/输出电流关系。将变压器的输入电压调到额定电压的 80% 左右。闭合负载开关 S_2 , 慢慢减小负载电阻的阻值, 同样注意观察并记录两个电流表的读数, 直至变压器的输入电流为额定值。在 $0 \sim I_N$ 的范围内, 共读取 7~8 组数据。记录于表 1-2 中。

表 1-2 变压器的输入/输出电流关系

I_1 (A)								
I_2 (A)								

4. 注意事项

- (1) 变压器必须接入可调交流电源, 不可直接接入额定电源电压。
- (2) 实训操作过程中, 变压器输入/输出的电压和电流均不允许超过额定值。