

电力工业学校重点教材

电机检修

保定电力学校 刘景峰 编

China Electric Power Press

中国电力出版社

电力工业学校

电 机 检 修

保定电力学校 刘景峰 编

中国电力出版社

内 容 提 要

本书是根据电力工业学校发电厂及变电站电气运行与检修专业、发电厂及电力系统运行专业《电机检修与试验实习》教学大纲而编写的。

全书共分三篇八个单元。主要讲解变压器、同步发电机、异步电动机的拆装和检修工艺。为了加强检修工艺和操作技能的训练指导,在本书各单元均安排了技能实训项目,每单元附有小结和思考题。

本书可作为电力工业学校发电厂及变电站电气运行与检修专业、发电厂及电力系统运行专业、发电厂及变电站电气设备安装与检修专业的教材,也可作为中等职业技术学校电气类专业的教学用书,或中级以上电气技术工人的培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

电机检修/刘景峰编.-北京:中国电力出版社,1999

电力工业学校重点教材

ISBN 7-5083-0095-5

I. 电… II. 刘… III. 电机-检修-专业学校-教材 IV. TM307

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 34264 号

中国电力出版社出版

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

保定列电印刷厂

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

1999 年 9 月第一版 1999 年 9 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 9.75 印张 215 千字

印数 0001—3000 册 定价 15.00 元

版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换)

序

近年来,电力职业技术教育在结构改革过程中,创建了将中专和技校融为一体的新型办学模式——形成统一的电力工业学校,与此同时,进行了专业设置、教学计划、课程体系等一系列教学改革。教材作为教与学双边活动过程中不可或缺的信息载体,其改革和建设必然是教学改革的重要组成部分。为了巩固教育、教学改革已经取得的成果,推动改革持续深入发展,满足电力工业学校教学工作的急需,并促进教学质量不断提高,从1996年底开始,便着手组织力量进行教材改革的研究、探索和教材建设的安排部署,先后成立了电力工业学校教材建设研究课题组,制订了《关于电力工业学校教材建设的若干意见》和《电力工业学校教材出版、推荐、评优暂行办法》,组建了电力工业学校教材编审委员会,并于1997年末在电力职业技术教育委员会各教学研究会和网、省电力公司教育部门推荐的基础上,经过审议,遴选确定了电力工业学校第一批(23种)重点教材编审出版计划。

为了加快教材建设步伐,繁荣教材创作局面,电力工业学校教材建设采取点面结合、统分结合的方法,以重点教材带动一般教材。重点教材的建设旨在对教材改革起重点研究、典型引路、以点带面的龙头作用。这批重点教材力求根据职业技术教育的特点和培养应用型人才的教育目标,突出教材的定向性或针对性,以电力行业工作岗位需要的综合职业能力和素质要求,作为界定教材内容的依据,不片面追求学科体系的完整性,而强调贴近生产实际和工作实际,使理论同实践紧密结合,传授知识同培训技能紧密结合;精选教材内容,删繁就简,返璞归真,充实技术性、工艺性、实用性的内容,而且体现先进性和科学性的原则;注重定性分析,阐明物理意义和应用方法,简化某些论证,减少不必要的数学推导;在内容的编排、组合上,一是最大限度地做到模块化,增强教材使用的灵活性,便于不同教学阶段、不同专业采用,二是使理论阐述同实践指导有机结合,便于在教学过程中贯穿能力培养这一主线,采用以实际训练为轴心,把讲授、实验、实习融于一体的教学方式;适应各校功能延伸的新要求,兼顾各种职业培训对教材的需要。

这批教材的出版只是整个教材改革和建设的阶段性成果,仍需再接再厉,继续深化教材改革,推进教材建设。预期经过几年的努力,会形成一套具有电力职业技术教育特色,以职业能力培养为主线,门类比较齐全,形式比较多样,并能与其他教育相衔接,兼顾职工培训需要的教材体系。

中国电力企业联合会教育培训部

电力工业学校教材编审委员会

1998年9月

前 言

电机检修是电力工业学校发电厂及变电站电气运行与检修专业的一门主干课程，是按照中国电力企业联合会教育培训部 1996 年 11 月颁发的教学计划（试行）和全国电力职教委电气类专业教研会组织审定的教学大纲为依据进行编写。

本书是电力工业学校教材编审委员会确定的重点教材，按照电力职业技术教育课程改革的原则和基本思路，力求贯彻以能力为本位的思想。

本书由保定电力学校刘景峰编写，并由武汉电力学校侯经枢高级讲师主审。

对于本书中存在的缺点和不足之处，恳切希望广大读者批评指正。

编 者

1999 年 3 月

目 录

序 前 言

第一篇 变 压 器 的 检 修

第一单元 变压器的拆装	1
第一节 变压器的基本结构	1
第二节 变压器的拆卸	11
第三节 变压器的组装	14
第四节 油浸式电力变压器的拆装实训	15
小结	16
思考题	17
第二单元 变压器的检修	18
第一节 变压器的大修、小修项目及期限	18
第二节 变压器常见故障的现象、原因及处理方法	19
第三节 变压器的不吊心检修	20
第四节 变压器的吊心检修	23
第五节 其他部件的检修	25
第六节 变压器的干燥	29
第七节 变压器油的处理	34
第八节 油浸式电力变压器的检修实训	36
小结	39
思考题	40

第二篇 同 步 发 电 机 的 检 修

第三单元 同步发电机的拆装	41
第一节 同步发电机的基本结构	41
第二节 同步发电机的拆卸	51
第三节 同步发电机的组装	54
第四节 同步发电机的拆装实训	55
小结	56
思考题	57
第四单元 同步发电机的检修	58
第一节 同步发电机的大修和小修项目	58
第二节 同步发电机常见故障现象、原因及处理方法	60
第三节 空冷同步发电机定子的检修	62

第四节	空冷同步发电机的转子检修	69
第五节	空冷同步发电机辅助装置的检修	75
第六节	氢冷和水冷发电机的检修	79
第七节	同步发电机的干燥	83
第八节	同步发电机的检修实训	86
小结	.....	88
思考题	.....	89
第五单元	同步发电机的试验	90
第一节	轴电压的测量	90
第二节	定、转子间气隙的测定	91
第三节	同步发电机轴电压和气隙的测量实训	92
小结	.....	93
思考题	.....	94

第三篇 异步电机的检修

第六单元	异步电动机的拆装	95
第一节	异步电动机的基本结构	95
第二节	异步电动机的拆卸	100
第三节	异步电动机的组装	103
第四节	异步电动机的拆装实训	105
小结	.....	106
思考题	.....	106
第七单元	异步电动机的检修	108
第一节	异步电动机的常见故障原因及处理方法	108
第二节	异步电动机的定期检修	110
第三节	异步电动机定子绕组的故障检修	111
第四节	笼型转子绕组的故障检修	116
第五节	异步电动机的干燥	118
第六节	异步电动机的检修实训	120
小结	.....	123
思考题	.....	124
第八单元	异步电动机定子绕组重绕	125
第一节	原始数据记录	125
第二节	定子绕组的拆除	127
第三节	定子绕组线圈绕制和嵌线	128
第四节	定子绕组的极性测定及空载试验	140
第五节	定子绕组的绝缘浸渍及烘干	142
第六节	定子绕组重绕实训	143
小结	.....	146
思考题	.....	148

第一篇 变压器的检修

在变压器的运行过程中,由于受到发热、电磁振动、化学腐蚀、电腐蚀等因素的影响,以及遭受过载、短路、接地等故障的危害,都可能引起变压器某些部件受损,结构性能变坏,致使变压器不能安全可靠地运行。因此,必须对变压器进行临时或定期检修,将那些不符合技术要求的部件修复或更换,使部件恢复原来的完好状态,从而保证变压器能长期、安全、可靠地工作。

本篇主要介绍变压器的拆装、故障检修方法及质量标准。

第一单元 变压器的拆装

教学要求

在掌握三相电力变压器基本结构的基础上,了解变压器的拆卸和装配方法,熟悉变压器的拆卸和装配工艺。

当变压器内部发生故障或进行大修时,必须将其拆开,对故障部件进行检修,修复后再把变压器的部件组装起来,经过检验合格后,才能重新投入运行。

拆卸变压器之前,必须了解它的基本结构,以便顺利、正确地进行拆装和检修工作。

第一节 变压器的基本结构

变压器的基本结构可分为器身和附件两大部分。器身是铁芯和绕组组装了绝缘和引线后的整体。附件包括油箱、套管、分接开关、冷却装置、油保护装置、安全装置及检测装置等。油浸式电力变压器的主要结构如图 1-1 所示。

一、铁芯

铁芯是变压器的磁路部分,又是器身的骨架。为了提高导磁性能,减小磁滞损耗和涡流损耗,铁芯通常用厚度为 0.35mm 或 0.5mm 的两面涂绝缘漆的硅钢片叠成。铁芯叠片的叠装采用交叠式,使相邻两层叠片的接缝相互错开,以便减小接缝间隙,降低磁阻。图 1-2 (a) 所示为直接缝的三相铁芯叠积图。大型变压器常采用冷轧硅钢片,由于这种硅钢片顺着轧制方向的导磁性能最好。为了减小转角处的附加损耗,宜采用 45°斜接缝或半直半斜接缝,如图 1-2 (b) 或图 1-2 (c) 所示。

变压器的铁芯分为芯式和壳式两种型式。由于芯式铁芯结构简单,绕组安置和绝缘处

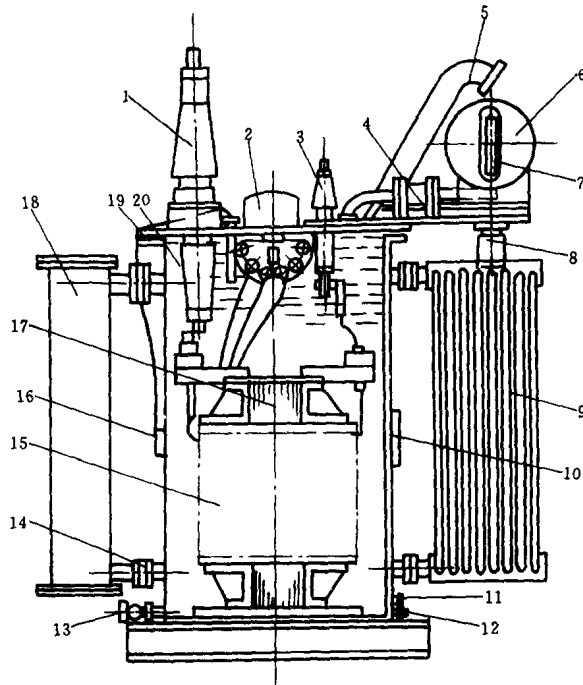


图 1-1 油浸式电力变压器结构示意图

1—高压套管；2—分接开关；3—低压套管；4—气体继电器；5—安全气道；6—储油柜；7—油位计；8—吸湿器；9—散热器；10—铭牌；11—接地螺栓；12—油样阀门；13—放油阀门；14—活门；15—绕组；16—信号温度计；17—铁芯；18—净油器；19—油箱；20—变压器油

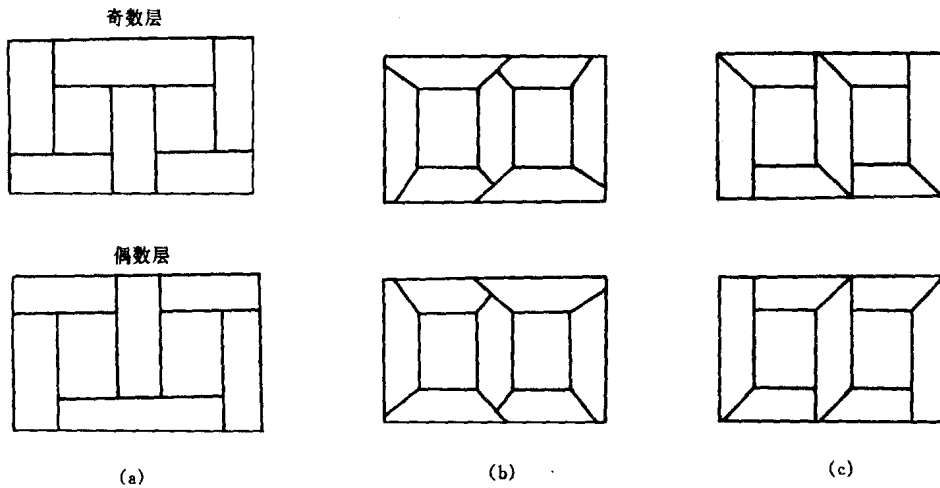


图 1-2 三相铁芯叠片叠积图

(a)直接缝；(b)斜接缝；(c)半直半斜接缝

理比较容易,目前我国生产的电力变压器都采用芯式铁芯结构,如图 1-3 所示。芯式铁芯主要由铁芯柱和铁轭等组成。铁芯柱用环氧玻璃布带绑扎紧固,其截面一般为外接圆的阶梯状多边形。铁轭两侧装有槽形断面的铁轭夹铁,用螺栓穿过铁轭夹铁和铁芯叠片把铁轭夹紧。铁轭穿心螺栓与铁轭、铁芯叠片间均应保持良好的绝缘,如图 1-4 (a) 所示。其中钢座套 4 是当起吊铁芯或短路轴向力作用使螺栓受弯曲力时,增加电木绝缘筒 6 承受挤压的面积。铁轭夹铁的腹板上装有压紧绕组的压钉 9 和压板 14,如图 1-4 (b) 所示。其中,压钉和压板与绕组间应有良好的绝缘垫 13。

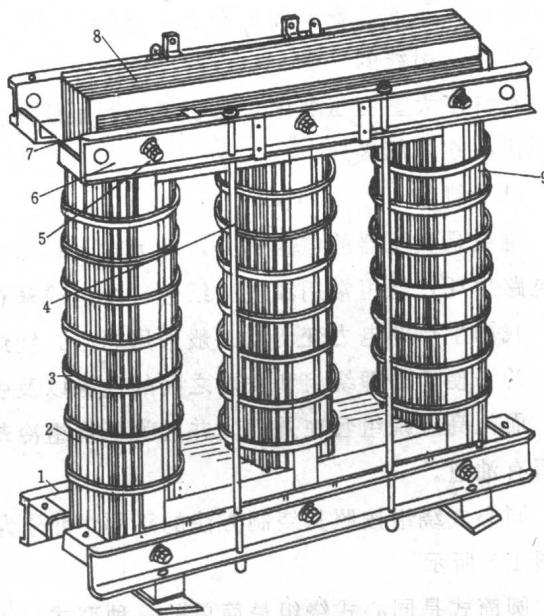


图 1-3 三相三柱芯式铁芯结构

1—下夹铁;2—叠片铁芯;3—芯柱绑扎;4—拉螺杆;
5—穿心螺栓;6—上夹铁;7—接地片;8—铁轭;9—芯柱

在大型变压器的上铁轭夹铁上焊有 4 个吊板,作为起吊铁芯之用。中小型变压器的铁芯,将连接上、下铁轭夹板的拉螺杆上端与油箱顶盖固定在一起,做成一个整体,吊芯时连同油箱顶盖一同起吊。

为了避免变压器在运行过程中由于铁芯和金属零件处于不同的电位而放电,需将这些部件和油箱连在一起共同接地。中小型变压器通常利用铁轭夹铁与油箱连接而接地,因此,只需把铁芯的任何一个叠片与铁轭夹铁连通即可(铁芯叠片间绝缘电阻很小)。铁芯与铁轭用镀锡铜片连接,将铜片的一端伸进铁轭下的铁芯叠片中,待铁轭压紧后成为死端;另一

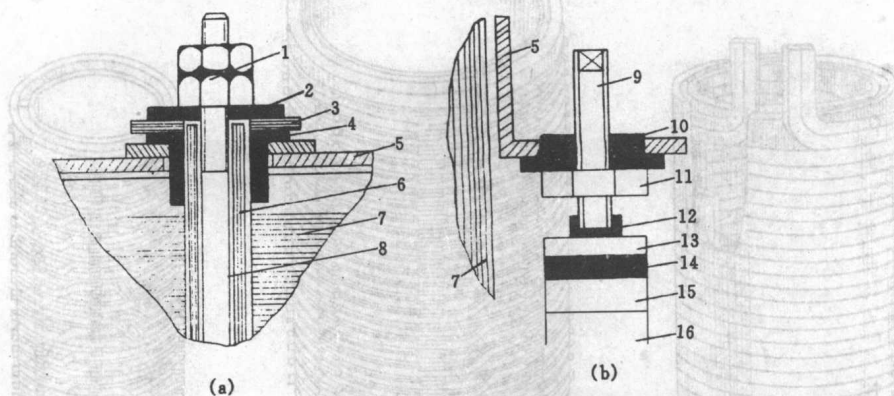


图 1-4 夹紧铁芯和压紧绕组的绝缘结构示意图

(a) 穿心螺栓的绝缘结构; (b) 压钉和压板的绝缘结构

1—螺帽;2—钢垫圈;3—绝缘垫圈;4—钢座套;5—夹铁;6—绝缘筒;7—铁轭;
8—穿心螺栓;9—压钉;10—压钉螺帽;11—螺帽;12—钢垫圈;13—压板
绝缘垫;14—钢压板;15—绕组端部绝缘;16—绕组

端用螺栓将其固定在铁轭夹铁上，可以随时拆开以便测量铁芯的绝缘。铁芯的接地铜片通常装在低压引线的一侧。

在许多大型变压器中，为了带电测量线圈介质损失的需要，常把铁芯接地铜片通过套管引出，在外部接地。

二、绕组

绕组是变压器的电路部分，作为输入和输出电能的电气回路。为了提高导电性能，减小电路损耗，绕组常用漆包、纸包、纱包或丝包绝缘铜线或绝缘铝线绕制而成。

我国生产的电力变压器一般采用同心式绕组，即把高、低压绕组同心地套装在铁芯柱上。为了便于处理绕组和铁芯之间的绝缘以及引出高压绕组分接头，常把低压绕组装在里面，而把高压绕组套在外面。并且为了绕组冷却和加强绕组间的绝缘，在高、低压绕组之间留有油道。

同心式绕组按照其绕制方法的不同，可分为圆筒式、连续式、螺旋式和纠结式等型式，如图 1-5 所示。

圆筒式是同心式绕组最简单的一种型式，以它作为低压绕组时，因电流较大，所以通常采用单根或多根扁导线绕制成双层圆筒式；作为高压绕组时，因电流较小，匝数较多，则采用圆导线绕成多层圆筒式。连续式的特点是把绕组分成若干盘形线圈，沿铁芯柱高度分布，盘形线圈之间没有焊接头，而是“连续”绕制。螺旋式绕组的外形与连续式相似，每匝由多根扁导线并联，沿着径向排列，一匝接着一匝，形同螺旋。纠结式绕组的线匝不是依次排列，而是前后交叉纠结的，其目的是为了增加盘形线圈之间的等效电容，以改善冲击电压作用时绕组上的电压分布，防止绝缘击穿。

绕组的绝缘分为主绝缘和纵绝缘两种。主绝缘是指线圈与铁芯、油箱等接地部分之间

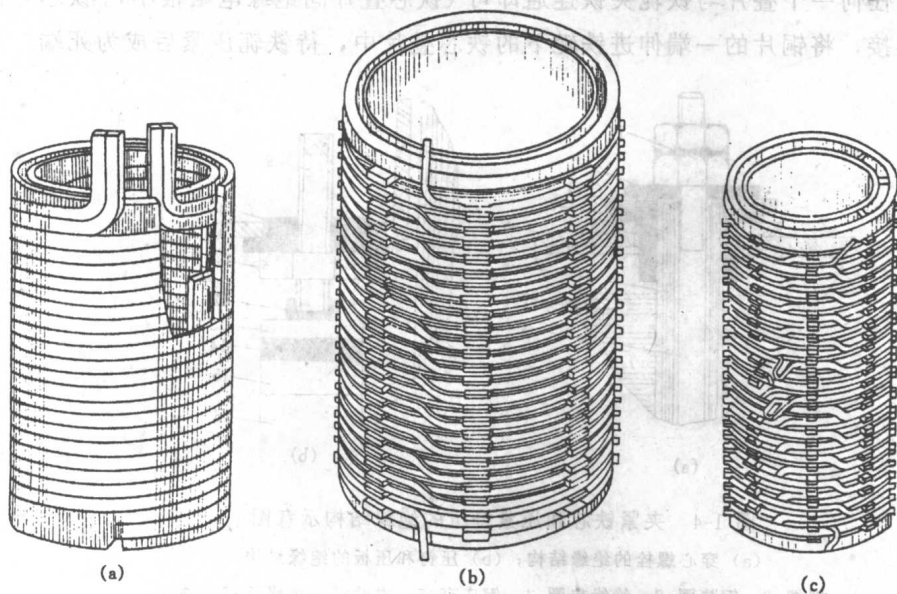


图 1-5 同心式绕组的几种型式

(a) 圆筒式；(b) 连续式；(c) 纠结式

的绝缘，高、中、低压绕组之间的绝缘以及各相绕组之间的绝缘。纵绝缘主要是指绕组匝间、层间、段间的绝缘。

油浸式电力变压器所使用的绝缘材料包括变压器油、电缆纸、电话纸、绝缘纸板、白布带、白绸布、木材、酚醛压制品、浸渍漆等。

纯净的变压器油为浅黄色或无色液体，其特点是绝缘电气强度高（为空气的4~7倍），所以变压器油可大大减少绕组相间和相对地之间的距离，使变压器尺寸减小。纸、纸板、木材等绝缘材料经变压器油浸过后，绝缘电气强度会大幅度提高。电缆纸外观呈淡黄色，具有较高的机械强度，它有DL-08（厚0.08mm）型和DLZ-12（厚0.12mm）型两种型号，常用于匝间、层间绝缘和线圈端部以加强绝缘。电话纸的用途与电缆纸类似，其型号为DH-50（厚度为0.05mm）。绝缘纸板型号为DY-100/100，厚度分0.5、1、1.5、2、2.5、3mm几种，多用作绝缘纸筒、油道撑条、垫圈等。酚醛压制品有酚醛层压纸板、酚醛层压玻璃布板（或布棒）、环氧酚醛层压玻璃布板（或布棒）、酚醛层压纸管等多种，主要用于制作变压器绕组的绝缘隔板（如绝缘筒、角环和相间隔板等）、油道撑条等绝缘零件。

图1-6所示为110kV变压器主绝缘的结构图。

三、附件

1. 油箱

油箱是油浸电力变压器的外壳，用来盛装器身和变压器油。油箱由钢板焊接而成，箱体呈椭圆形或矩形。按箱沿位置的不同，油箱可分为桶式和钟罩式两种。桶式油箱箱沿在油箱顶部，箱盖是平的，多用于6300kVA及以下变压器。钟罩式油箱的箱沿在油箱下部，上节箱身呈钟罩形，多用于6300kVA以上的变压器。钟罩式油箱的优点是当检修变压器时，只需吊起变压器上节箱身，而不需吊起其沉重的器身，这样有利于现场检修。

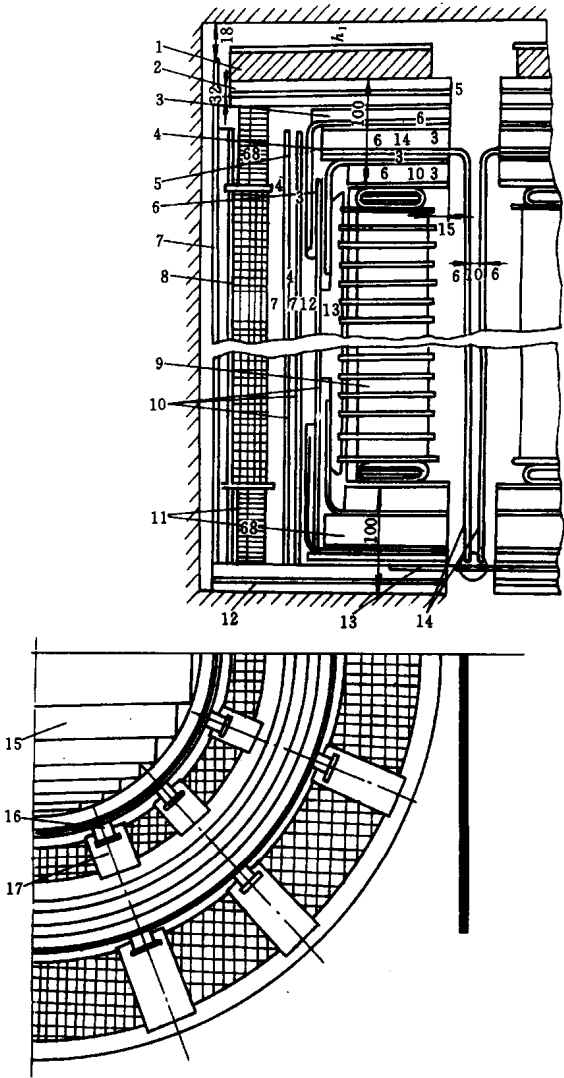


图1-6 110kV变压器主绝缘的结构图

- 1—钢压板；2—铆有垫块的绝缘纸板圈；3—带有∏形垫块的绝缘纸板圈；4、6—角环；5—绝缘纸板圈；7—绝缘纸板筒；8—低压绕组；9—高压绕组；10—高压绕组绝缘筒；11—绝缘垫圈；12—铁轭绝缘；13—下隔板；14—相间隔板；15—铁芯柱；16—撑条；17—垫块

2. 套管

套管是将变压器内部的高、低压绕组引线引到油箱外部的出线装置。它不仅可作为引线对地的绝缘，而且还起着固定引线的作用。套管由带电部分和绝缘部分组成。带电部分采用导电杆、导电管、电缆或铜排。绝缘部分分为外绝缘和内绝缘，外绝缘为瓷套，内绝缘为变压器油、附加绝缘或电容型绝缘。

低压套管一般用瓷质绝缘套管。高压套管在瓷质绝缘套管内还必须采用较复杂的内绝缘。常用的高压套管有充油式套管和电容式套管两种。

(1) 充油式套管。它以变压器油作为主绝缘，在导电杆周围安置有绝缘间隔，110kV 以上的套管套有均压电屏，如图 1-7 所示。60kV 的充油式套管没有下部瓷套，套管内部的绝缘油从变压器的油箱注入。110kV 及以上的充油式套管，绝缘油独立注进套管，不与变压器油箱联通。由于充油式套管体积大，又笨重，目前已经逐渐被电容式套管所取代。

(2) 电容式套管。60kV 及以上的变压器出线套管常采用电容式。电容式套管在中心导电管的外表面上，紧密地绕包绝缘纸层，并在绝缘中布置多层均压用的以铝箔为极板的电容芯子作为主绝缘。这种电容芯子与中心导电管构成并列的同心圆柱面电容屏，利用电容分压原理调整电场，使芯子的径向和轴向电位分布较为均匀。

电容式套管根据绝缘纸的材料不同，可分为油纸电容式和胶纸电容式两种。油纸电容式套管由内部的电容芯子、头部的储油器、中部的安装法兰、尾部的均压球和外部的瓷套管等组成，如图 1-8 所示。油纸电容式套管内部需注入变压器油，当油发生变化时，储油器可提供油膨胀空间。胶纸电容式套管位于不均匀电场中时易于击穿，目前采用较少，这里不作介绍。

3. 分接开关

分接开关是切换变压器高压绕组分接头以改变其匝数的调压装置。其调压方式分为两种：一种是停电切换，称为无载调压（又叫无励磁调压）；另一种是带电切换，称为有载调压。

无励磁分接开关，根据其绕组分接方式的不同，有三相中性点调压和三相（单相）中部调压两种型式。现以三相中性点调压无励磁分接开关为例，说明它的结构和原理。

图 1-9 (a) 所示为无励磁分接开关的外形结构图。分接开关上部是开关盖，安装以后，开关盖位于变压器箱体外面。分接开关的下部包括静触头、动触头及转轴等。开关下部从箱体上的孔伸入油箱，浸在变压器油中。

由于分接开关的切换涉及电路的通断，而无励磁分接开关不具有断开电流的能力，故必须在停电后才能进行切换操作。操作时，需旋下油箱外的开关盖，松开定位螺钉，转动开关中心的转轴，使动触头旋转，即可改变分接头位置，达到调压的目的。

图 1-9 (b) 所示为无励磁分接开关的接线原理图。从图 1-9 (b) 可见，变压器的三相高压绕组在中性点抽头，通过分接开关接成 Y 形。当电源电压为额定值时，触头位置为图 1-9 (b) 所示的“U₂、V₂、W₂”点，投入运行的高压绕组匝数也为额定值；当电源电压常高于额定值时，把分接头位置旋至图 1-9 所示“U₁、V₁、W₁”点，使高压绕组匝数增多，降低变压器二次电压；当电源电压常低于额定值时，可把分接头旋至图 1-9 (b) 所示“U₃、V₃、W₃”位置，使变压器二次电压升高。

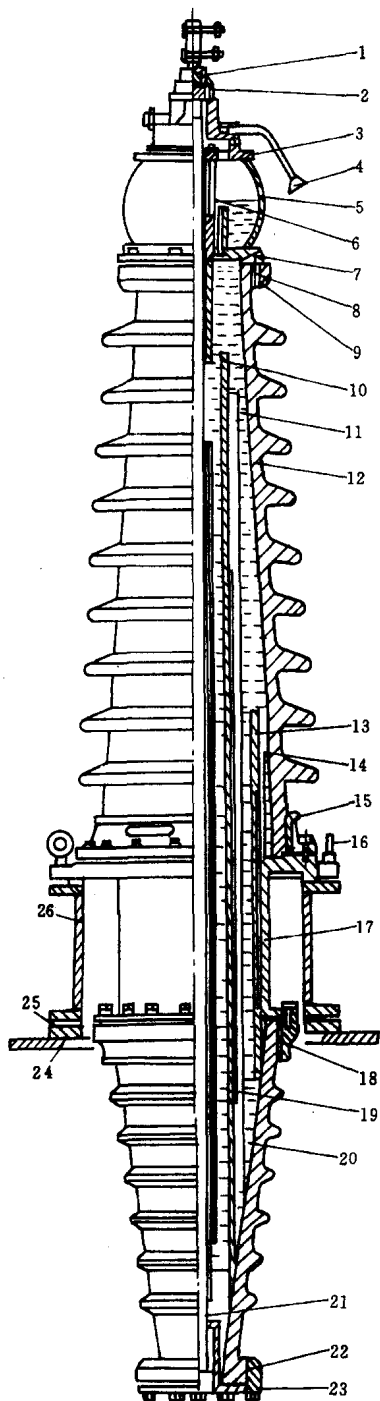


图 1-7 充油式套管

1—接头；2—接触罩；3—储油器盖；4—呼吸管；5—储油器；6—联接螺栓；7—储油器座；8—上节瓷套上法兰；9—水泥浇注；10—固定圈；11—变压器油；12—上节瓷套；13—贴有接地锡箔的电木纸筒；14—均压圈；15—上节瓷套下法兰；16—吊环；17—联接套；18—下节瓷套上法兰；19—均压锡箔；20—下节瓷套；21—铜导管；22—下节瓷套下法兰；23—底座；24—变压器箱盖；25—钢法兰；26—中间钢制法兰

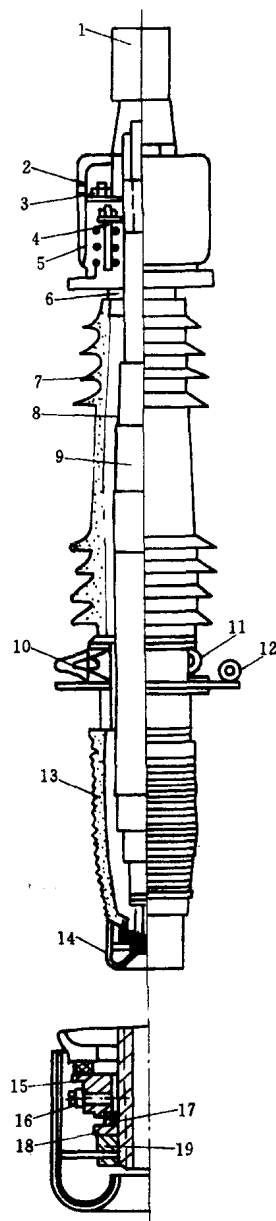


图 1-8 油纸电容式套管

1—接头；2—均压罩；3—压圈；4—螺栓及弹簧；5—储油器；6—密封垫圈；7—上瓷套；8—变压器油；9—油纸电容芯子；10—接地套管；11—取油样塞子；12—中间法兰；13—下瓷套；14—均压球；15—底座；16—放油塞；17—封环；18—垫圈；19—螺母

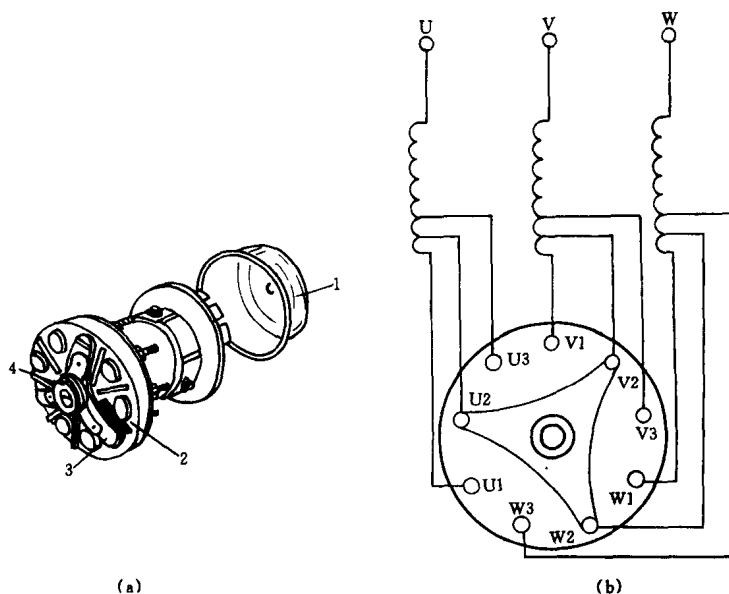


图 1-9 无励磁分接开关

(a) 外形及结构图；(b) 接线原理图

1—开关盖；2—静触头；3—动触头；4—转轴

有载分接开关与无励磁分接开关的区别，在于前者能在变压器带负载（或励磁）的状态下，切换分接头位置。因此，有载分接开关在切换分接头的过程中，必然要在某一瞬间同时连接（桥接）两个分接头，以保证负载电流的连续性。为了防止分接头之间短路，必须在桥接的两个分接头之间串入电阻（或电抗），用来限制循环电流。

有载分接开关分为组合型和复合型两种。目前应用较多的是组合型有载分接开关，它由切换开关（包括快速切换机构）、分接选择器（包括转换选择器）及电动机构等部件构成，如图 1-10 所示。

4. 冷却装置

变压器运行时，铁芯和绕组中的损耗都会产生热量致使变压器的温度升高。为了把变压器的温升控制在一定的范围以内，必须采用一些冷却装置。油浸式电力变压器的冷却装置分为油浸自冷、油浸风冷和强迫油循环等类型。

油浸自冷是靠油的对流进行自然冷却。为了增加散热面积，50kVA 及以上的变压器在箱壁上焊有散热管，1000kVA 及以上的变压器在箱壁上安装可拆卸的散热器。

油浸风冷是在变压器的散热器上安装风扇，用风吹加强油箱和散热器表面的空气对流散热。这种冷却装置适用于 8000~31500kVA 的变压器。

强迫油循环冷却是利用油泵迫使热油通过冷却器而冷却。强迫油循环冷却装置的冷却器可采用风冷式，也可采用水冷式。图 1-11 所示为水冷却器的结构示意图，它由 1 个油室、2 个水室以及水管簇组成。热油从进油口流入油室，在水管簇的空间从上往下流，且被横隔

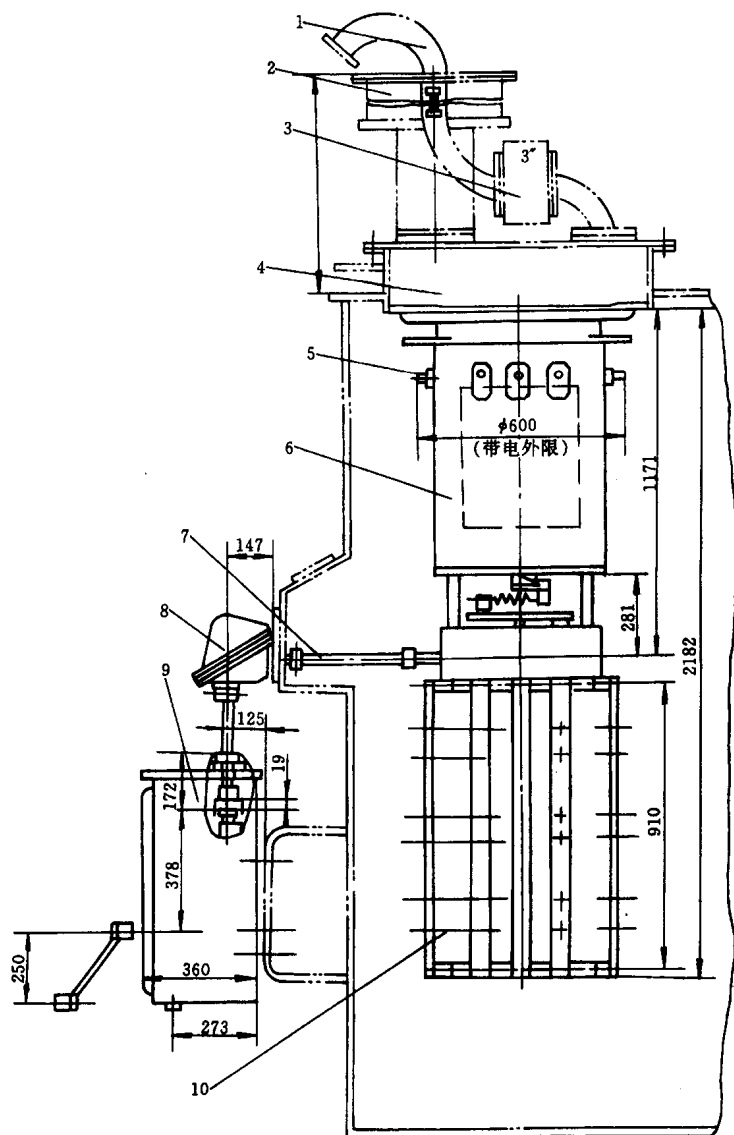


图 1-10 组合型有载分接开关

- 1—安全气道;2—储油柜;3—保护继电器;4—升高座;5—切换开关引出触头;
6—切换开关;7—绝缘油;8—齿轮盒;9—电动机构;10—分接选择器

板拉长,呈“S”形流动。冷却水从下水室的进水口流入,沿着其连接的多水管区上升到上水室,再从少水管区向下流入下水室的出水口,呈“∩”形流动。这样,形成油水热量交换的冷却系统,使变压器油充分冷却。由于强迫油循环水冷却装置的冷却效率高,不仅省去了散热器,而且变压器的箱体还可缩小,因此广泛应用于大型变压器中。

5. 油保护装置

油保护装置包括储油柜、吸湿器和净油器。

储油柜的一般结构如图 1-12 所示。它有两个作用,一是将变压器油与空气的接触面积

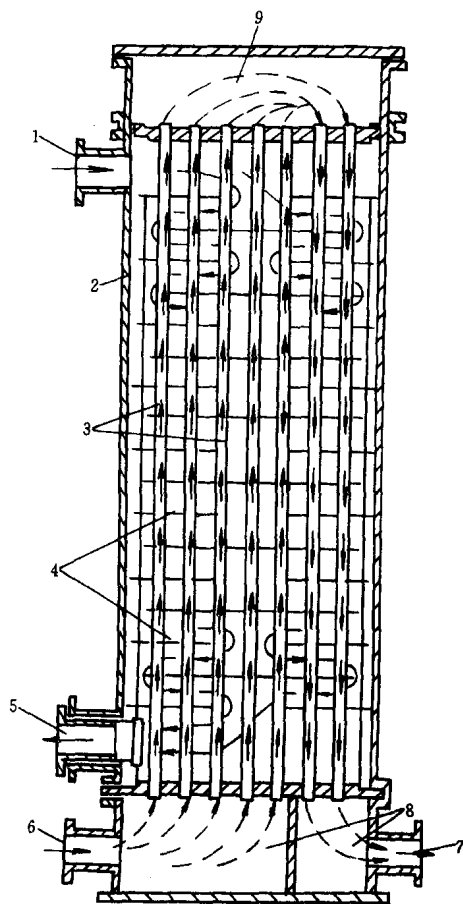


图 1-11 水冷却器的结构示意图

- 1—进油口；2—油室；3—水管；
4—隔板；5—出油口；6—进水口；
7—出水口；8—下水室；9—上水室

减小到最低限度，以防止变压器油氧化和受潮；二是调节油量，使变压器油箱内经常充满油，以保证器身的绝缘和散热。储油柜的容积应保证满载状态环境温度达到 40°C 时不溢油。

变压器箱体中的油因热胀冷缩而使得储油柜液面起伏，形成对外界空气的所谓呼吸现象。为了清除吸入空气中的杂质和水分，应在储油柜的吸湿器联管上安装盛有吸附剂的吸湿器。

吸湿器的结构如图 1-13 所示，它内部盛装的吸附剂常采用变色硅胶，可通过吸湿器的玻璃管观察硅胶的吸潮情况。当硅胶受潮到一定程度时就会由蓝色变为粉红色。

净油器一般装于变压器油箱的外侧，它的结构和净油原理将在本书第二单元第七节中讲述。

6. 安全装置

变压器的安全保护装置主要是指气体继电器和安全气道。

气体继电器装在储油柜与油箱连通的管道上。当变压器内部发生故障造成油的分解而产生气体或油流冲动时，气体继电器的触点闭合，接通控制回路，从而及时发出信号或断开变压器的断路器，起到保护变压器的作用。

安全气道又称防爆管，装在油箱顶盖上。它是一个长钢筒，其出口封以一定厚度的玻璃板或酚醛纸板(防爆膜)。当变压器发生严重故障而产生大量气体，使油箱内部压力达到 50kPa 时，

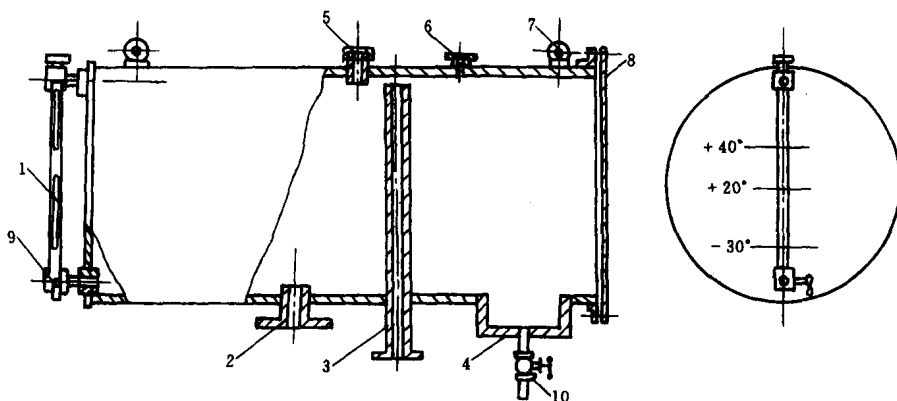


图 1-12 储油柜结构

- 1—油位计；2—气体继电器连通的法兰；3—吸湿器连通的管；4—集污盒；
5—注油孔；6—与安全气道连通的法兰；7—吊攀；8—端盖；9、10—阀门