

99

教育部规划教材
中等职业学校电工专业
(含岗位培训 行业中级技术工人等级考核)

电动机与变压器维修

全国中等职业学校电工专业教材编写组 编
黄永铭 主编

高等教育出版社

出版说明

1989年12月,原国家教委职业技术教育司在江苏常州组织召开了有17个省市及原能源部中国电力企业联合会代表参加的中等职业学校电工专业教材会议,拟定了为编写教材用的中等职业学校电工专业教学计划,审定了该专业11门课程的教材编写提纲,并组织编写了相应的教材,1992年由高等教育出版社出版发行,至今已印刷10多次,受到师生好评。随着劳动部门与行业部门对本专业中级技术工人等级考核标准的颁发,以及中等职业教育发展的需要,从1997年起,原国家教委职业技术教育司对这套教材重新组织了编写,并列入中等职业学校电工专业教育部规划教材系列。

本套教材以三年制中等职业学校学生为主要读者对象,培养目标为中级技术工人。本系列教材侧重低压电器维修与安装,以部颁最新中级工人技术等级标准(原电力工业部、劳动部关于“电力工人技术等级标准”,原劳动部、机械工业部关于电工“国家职业技能鉴定规范”)为依据编排专业课与工艺实习课,坚持学以致用,注意拓宽学生的基础知识,突出职业技能训练,以适应中等职业学校的就业需要。为了适应各地区各学校的要求,课程设置采用“积木式”结构,分为文化课、专业基础课和工艺实习课三个层次。本次编写的教材主要有:《电工应用识图》、《电工仪表与测量》、《电机与变压器》、《电动机与变压器维修》、《工厂电气控制设备》、《低压电气设备运行与维修》、《电力内外线施工》、《变配电设备运行与维护》(原名《工厂供电》)、《电工基本操作技能训练》。

本套教材的特点是专业课设置以专业基础课与工艺实习课为两条主线,二者相辅相成。例如:《电机与变压器》与《电动机与变压器维修》,《工厂电气控制设备》与《低压电气设备运行与维修》,既紧密配合,又有一定的系统性与独立性。这样,为突出技能训练与教学改革提供了条件。

参加本系列教材组织与审定工作的有:北京、江苏、南京、天津、河北、辽宁、沈阳、大连、西安、黑龙江、山东、江西、湖南、武汉、河南、重庆、成都等省市教育部门派出的教师、教学研究人员及专家。江苏省教育委员会对本专业教学计划的制定给予了具体帮助,在此谨向他们表示谢忱。

本系列教材亦可供行业部门岗位培训及自学人员使用。

高等教育出版社

1997年6月

前 言

本书是在高等教育出版社1992年6月出版的《电动机与变压器维修》第一版基础上重新编写的,是《电机与变压器》的姊妹篇,两书配合使用可满足中等职业学校电工专业有关的基础理论与实用技能的需要。

本书在第一版实用性强、通俗易懂的基础上,针对广大维修电工参加职业技能鉴定的需要,进行了必要的增删和改写。内容进一步向部颁《国家职业技能鉴定规范》和《工人技术等级标准》靠拢,使本书不仅用于中等职业学校,而且适于用作中级职业技能鉴定考试的培训教材和参考书。

为了适应中等职业学校教学和职业技能考试的特点,本书以“浅”、“用”、“新”为原则,注重检修工艺和技能的训练。各章末的习题也按部颁技能鉴定考试的规范题型设置。在全书末,附有技术参数、图表和若干技能训练项目,以便学生或自学者练习使用。

全书约140教学学时,共分为八章,推荐的学时分配方案如下,供参考。

学时分配表

章 次	学 时	章 次	学 时
绪 论	2	第五章	20
第一章	8	第六章	34
第二章	12	第七章	30
第三章	10	第八章	6
第四章	18		

本书由全国中等职业学校电工专业教材编写组黄永铭主编。重庆大学杨顺昌教授担任本书主审,给书稿提出了许多有益的建议和修改意见。

此外,曾祥富同志参与了本书第一版的编写;在第二版编写过程中,得到了王军伟、杨述先等同志的指导和帮助。在此,对他们致以诚挚的谢意!

由于作者水平有限,书中错漏之处难免,敬请广大读者指正!

编者

1998年1月

主 要 参 考 文 献

责任编辑 王军伟
封面设计 李卫清
责任绘图 李维平
版式设计 周顺银
责任校对 仇淑梅 马桂兰
责任印制 杨 明

目 录

绪论	1	第二节 轴和轴承的修理	99
第一章 配电变压器结构及维护检查	3	第三节 笼型转子断条的修理	102
第一节 配电变压器结构	3	第四节 定子绕组的局部修理工艺	104
第二节 配电变压器的运行维护和检查	9	第五节 定子铁芯的局部修理	109
第三节 配电变压器常见故障及处理	13	习题	110
习题	15	第六章 三相异步电动机定子绕组的拆换	
第二章 配电变压器检修工艺	16	工艺	112
第一节 配电变压器的小修	16	第一节 绕组拆换前的准备工作	112
第二节 配电变压器的大修	19	第二节 拆除旧绕组	115
第三节 配电变压器吊芯及吊芯后检查	21	第三节 绕线模的制作和绕线工艺	117
第四节 配电变压器线圈重绕工艺	24	第四节 下线工艺	122
第五节 分接开关检修	30	第五节 各种绕组的下线规律	126
第六节 气体继电器检修	32	第六节 接线与引线制作	131
第七节 其它部件检修	34	第七节 绕组的初步检测	135
第八节 变压器油的处理	35	第八节 浸漆与烘干	137
第九节 变压器的干燥(烘潮)	38	习题	144
第十节 配电变压器大修后的检查验收及		第七章 其它常用电动机修理工艺	146
安装	41	第一节 单相异步电动机的修理	146
习题	44	第二节 直流电机的维护与检修	157
第三章 其它常用变压器检修工艺	46	第三节 单相串励电动机的维护与修理	170
第一节 小型变压器的制作	46	习题	181
第二节 小型变压器的故障和检修	54	第八章 异步电动机修理后的检查试验与	
第三节 交流弧焊机	57	安装	183
习题	63	第一节 异步电动机修理后的试验与检查	183
第四章 三相异步电动机结构及故障		第二节 异步电动机的安装	187
处理	65	习题	192
第一节 三相异步电动机结构	65	技能训练	194
第二节 三相异步电动机绕组结构	67	技能训练 2-1 配电变压器小修	194
第三节 三相异步电动机的正常维护	85	技能训练 2-2 变压器吊芯及吊芯后检查	196
第四节 三相异步电动机常见故障及处理		技能训练 2-3 分接开关检修	198
方法	89	技能训练 2-4 变压器大修后验收	199
习题	91	技能训练 3-1 小型变压器线包骨架的制作	201
第五章 三相异步电动机的拆装和局部		技能训练 3-2 小型变压器的制作	202
修理	93	技能训练 3-3 交流弧焊机大修后的试验	204
第一节 拆装工艺	93	技能训练 4-1 三相异步电动机运行监视	205
		技能训练 4-2 三相异步电动机定期检修	206

技能训练 5-1	三相笼型式电动机的拆卸与 装配	209	技能训练 7-5	单相串励电动机绕组故障的 检查	226
技能训练 5-2	定子绕组故障的局部修理	210	技能训练 8-1	三相异步电动机修理后的试验	227
技能训练 6-1	拆除旧绕组及原始数据记录 ...	215	技能训练 8-2	用钢尺和塞尺校正电动机联轴器 中心	229
技能训练 6-2	绕线模制作	216	附录 1 主要技术数据	231	
技能训练 6-3	定子绕组的换新	217	附表 1	配电变压器主要技术数据	231
技能训练 6-4	电动机定子绕组换新后的初步 检测	220	附表 2	交流弧焊机主要技术数据	234
技能训练 7-1	单相异步电动机使用的电容器的 检测	222	附表 3	Y 系列(IP44)小型三相笼型异步电动 机主要技术数据	237
技能训练 7-2	用束绕法重绕单相异步电动机 辅助绕组	223	附表 4	220V 电钻用单相串励电动机技术 数据	240
技能训练 7-3	直流电机电刷装置的检修	224	附录 2 彩图		
技能训练 7-4	直流电机换向器检修	225			

绪 论

维修电工的日常工作是进行各种电气设备、配电线路和控制电路的维护、故障处理及检修。因此他们除应当了解必要的电学理论知识外,更重要的是必须掌握实际的维修技能和操作工艺知识。《电动机与变压器维修》就是为提高学生在电动机、变压器安装维修方面的实际动手技能而设置的一门专业课。

图 0-1 是一个简单的发电、输电、配电系统示意图。图中的电力系统由发电厂、输电线、变电所和配电网络构成。系统中标出了各级电压的典型数值。

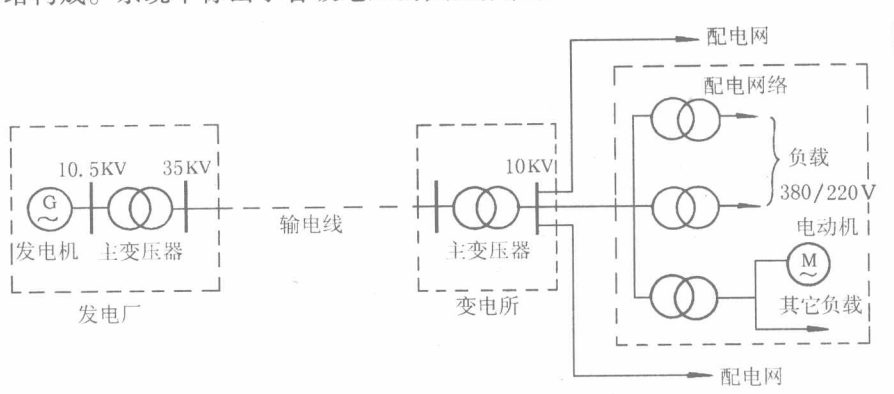


图 0-1 电力系统示意图

由图可见,发电机发出的电能,电压等级并不高。为了减小输电损失,必须经发电厂内的变压器升压至 35kV 以上,再由输电线进行远距离输送。在用户侧,电能由变电所的变压器降压,然后输入配电网络。由于配电网络中的用电设备额定电压很低(图中典型值为线电压 380V),故电能能在配电网络中还需进一步降压才能供给交流电动机和其它负载使用。电力系统使用的各类变压器中,容量大、电压等级高的电厂、变电所内变压器一般称为主变压器;而对用户直接配电的小容量变压器称为配电变压器。

上述电力系统中的配电网络部分是维修电工的业务范围,也是我们研究的主要对象。配电网络中的主要电气设备是配电变压器和交流电动机。

配电变压器是一种静止的电气设备。由于在发、输、配电过程中,电能要多次经过变压器,使得系统中变压器的用量很大。据统计,电力系统中变压器容量是与之配套的发电机容量的 5~8 倍。这些变压器中,数量众多的是小容量的配电变压器。因此,对配电变压器进行日常维护、故障处理和检修是保证可靠供用电的重要条件。

交流电动机是电能的主要使用者。尤其是交流异步电动机,它具有结构简单、运行可靠、使用性能好的特点,用途极为广泛。事实上,在电力系统的所有负荷容量中,异步电动机占 60% 以上。对大量的异步电动机进行维护、故障处理和各种检修,就成为维修电工经常性的、技术要求

较高的一项工作。

本书以配电变压器和三相异步电动机的检修工艺为主线,介绍了电动机和变压器的安装、维护、故障处理及大修、小修工艺。同时,对维修电工业务范围内常见的其它电动机、变压器的检修工艺也作了介绍。

本课程的教学目标,是既提高学生的动手能力和操作技能,也使学生获得技能鉴定考试的必要训练。因此,在各章末附有按技能鉴定考试规范题型设置的习题,在书末列入了若干技能训练项目,供读者根据具体条件选用。

第一章 配电变压器结构及维护检查

了解配电变压器的具体结构,是学习它的检修工艺的基础。对配电变压器的日常运行维护及故障判断、检查,是对它进行大修、小修的前期工作。在讨论配电变压器检修工艺之前,本章先对它的结构及维护检查方面的内容进行介绍。

第一节 配电变压器结构

在学习变压器原理时,已介绍过它的原理结构。变压器的关键部件是铁芯和原、副绕组构成的器身。由器身实现电磁感应过程,完成改变电压和传输功率的功能。本节内,将以广泛使用的油浸式配电变压器为例,具体地介绍配电变压器各部分结构。

一、总体结构概况

图 1-1 是一台容量在 1000kVA 左右,高压侧额定电压 10kV 的油浸式配电变压器。为了看

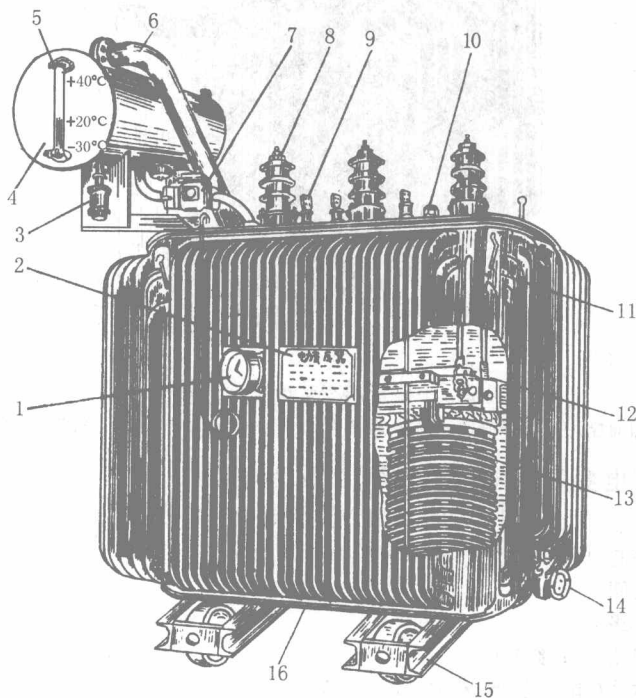


图 1-1 油浸式配电变压器

1—温度计;2—铭牌;3—除湿器;4—储油柜;5—油表;6—安全气道;7—气体继电器;8—高压套管;9—低压套管;
10—分接开关;11—油箱;12—铁芯;13—线圈及绝缘;14—放油阀门;15—小车;16—引线

清器身在油箱内的放置情况,将油箱作了局部剖视。变压器的器身放在油箱内,浸泡在变压器油中。变压器油起到绝缘和带走器身热量的作用。变压器线圈的出线分别由高、低压套管引导。在油箱外壁有很多散热管,以增大变压器油和周围空气的热交换面积。另外,为了维持变压器的正常工作条件并在变压器出现故障时保护它不受损坏,还设置了保护装置,即储油柜(油枕)、安全气道(防爆管)、吸湿器(呼吸器)、气体继电器(瓦斯继电器)等。

容量更小的油浸式配电变压器,其总体结构与上述变压器相同,只是由于容量小,油箱外的散热管数量也相应减少。同时,由于容量小,设备的重要程度也较低,故除有油枕外,未设置安全气道、吸湿器和气体继电器等保护装置。

图 1-2 是这类配电变压器的外形。它的容量在 100kVA 左右,高压侧额定电压为 10kV。

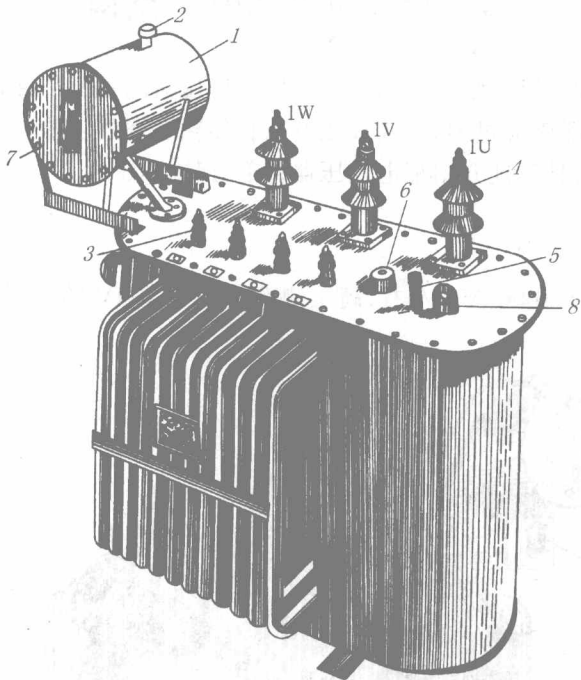


图 1-2 小容量油浸式配电变压器

1—储油柜;2—加油栓;3—低压套管;4—高压套管;5—温度计;6—分接开关;7—油表;8—吊环

综上所述,油浸式配电变压器的结构概况可归纳为表 1-1。

表 1-1 配电变压器结构概况

变 压 器	器身	铁芯
		线圈
	油箱	绝缘
		引线及分接开关
	冷却装置(散热器)	本体(箱盖、箱壁、箱底)
		附件(放油阀门、小车、油样活门、接地螺栓、铭牌)
		保护装置(储油柜、油位计(油表)、安全气道、吸湿器、测温元件、气体继电器)
		出线装置(高压套管、低压套管)

下面分别介绍配电变压器各组成部分的结构概况。对各部分中具体构件的结构细节,将在检修工艺中涉及。

二、器身

图 1-3 是油浸式配电变压器的器身装置后的外观。它主要由导磁的铁芯和导电的线圈两大部分组成。在铁芯和线圈之间、高低压线圈之间及线圈中各匝之间均有相应的绝缘。图中还可见到高压侧的引线 1U、1V、1W, 低压侧的引线 2U、2V、2W、N。另外,在高压侧设有调节电压用的无励磁分接开关。

配电变压器铁芯采用三相三柱式结构,如图 1-4 所示。这种铁芯结构简单,制造工艺性好,使用极为广泛。铁芯的芯柱和铁轭均由硅钢片叠成,叠好后,芯柱用绝缘带绑扎,铁轭由上下夹件夹紧。为了保持整体性,上下夹件间用拉螺杆紧固。铁芯叠片通过接地片与夹件连接实现接地。铁芯叠好后,把高低压线圈套在各相芯柱上,就装配出了器身。

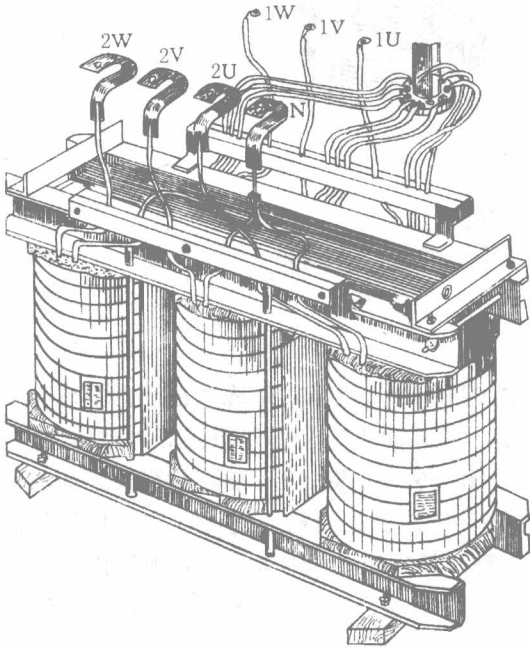


图 1-3 配电变压器器身

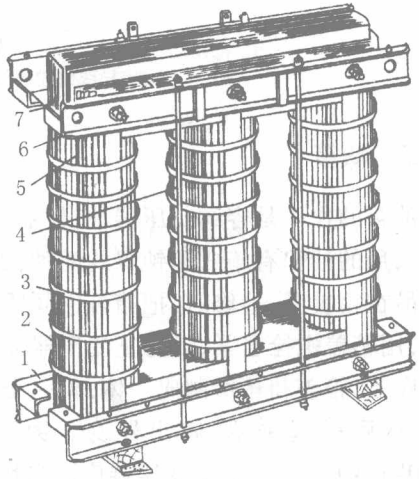


图 1-4 三相三柱式铁芯

1—下夹件;2—叠片铁芯;3—心柱绑扎;4—拉螺杆;
5—夹紧螺杆;6—上夹件;7—接地片

线圈装入铁芯的工艺过程为:

- (1) 拆除上夹件;
- (2) 逐片拆除上铁轭;
- (3) 在各相铁芯柱上,低压在内,高压在外,依次同心地套入低、高压线圈;
- (4) 逐片嵌回上铁轭硅钢片;
- (5) 用上夹件夹紧。

配电变压器线圈广泛采用同心式结构。同心式结构的特点是低压绕组套在铁芯柱上,高压绕组同心地套在低压绕组外面。配电变压器线圈都采用圆筒式绕法。圆筒式线圈结构见图1-5。它的绕法是把一根或几根并联的导线在绝缘纸筒上沿铁芯柱高度方向依次连续绕制而成。一般低压绕组用扁铜线绕成单层或双层(图1-5a);高压绕组用圆导线绕成多层(图1-5b)。绕制时,在线圈某些层间用绝缘撑条垫入构成油道;低压绕组与铁芯之间、高低压绕组之间也有相应的油道。

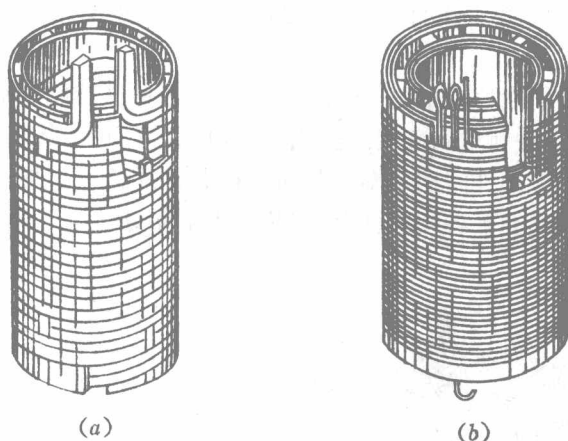


图 1-5 圆筒式线圈
(a)扁导线绕成的双层线圈; (b)圆导线绕成的多层线圈

三、油箱

油箱的作用是容纳变压器油,使器身在运行时浸泡在油中,以满足绝缘和散热的要求。变压器常采用的油箱有箱式和钟罩式两种,如图1-6所示。箱式油箱的箱壁和箱底焊为整体,器身由螺杆吊在箱盖上,检修时,把箱盖连同器身一起吊出(图1-6a)。装配时,箱盖和箱壁之间有耐油胶垫,用箱盖螺栓上紧,以防止变压器油泄漏。图1-6b是钟罩式油箱。变压器器身用螺栓固定在箱底上,箱盖和箱壁制成一体,象一个钟罩扣在器身和箱底上。检修时,需先把箱内变压器油放出,然后吊起钟罩、露出器身。钟罩式一般用于大型变压器(器身重15t以上;容量在15000kVA以上)。配电变压器广泛采用箱式油箱。

四、附属装置

为了保证变压器能可靠而安全地运行,它还附有冷却装置、保护装置和出线装置等部件。

(一) 冷却装置

配电变压器多以散热管作为冷却装置。为了把器身传给变压器油的热量散发出去,变压器的箱壁上焊有许多油管。这些油管一方面增大了变压器油与周围空气的散热面积,另一方面为变压器油提供了循环路径。

由图1-7可见,器身发热使变压器油变热,比重减小。热油在油箱内上升,进入散热管与空气进行热交换。油流经散热管后温度下降,比重增加。它沿散热管下降,重新进入油箱,再次去

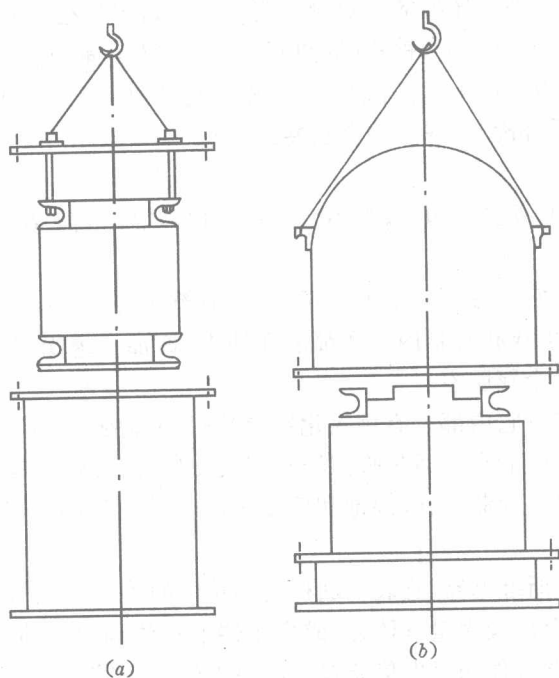


图 1-6 变压器油箱

冷却器身。以上循环过程是靠变压器油受热后比重变化而自然完成的,故这种冷却方式称为自然油循环冷却。

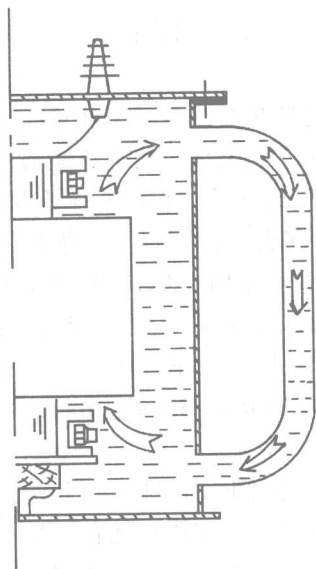


图 1-7 变压器油自然循环途径

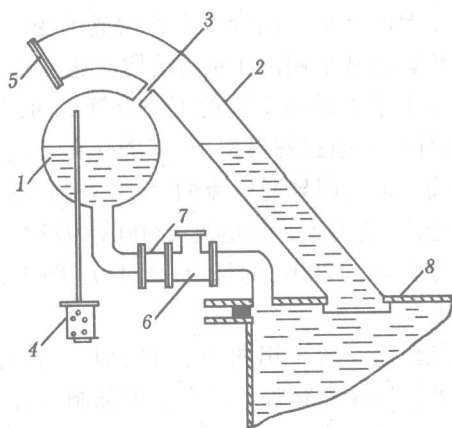


图 1-8 变压器保护装置的设置

1—油枕;2—安全气道;3—连通管;4—呼吸器;
5—防爆膜;6—气体继电器;7—蝶形阀;8—箱盖

为了增加散热面积,很多变压器的散热管采用扁管。对容量很小的配电变压器,为了简化制作工艺,也有在箱壁上焊一些散热的铁片(散热片)来扩大散热面积而不用散热管的。容量较大的变压器($\geq 2500\text{kVA}$),为了便于运输,把散热管做成可拆卸的形式,成为单独的散热器。以上各种变压器均为自然油循环冷却,属于油浸自冷式。

(二) 保护装置

保护装置包括储油柜、安全气道、吸湿器及气体继电器等。它们在变压器油箱盖上设置的情况见图 1-1 及图 1-8。

储油柜也称为油枕。它设在箱盖上方,由管道与油箱连通。设置油枕后,变压器油面可以高于箱盖和套管,使变压器引线和套管内出线都浸在油中,增加了绝缘强度。同时,油枕也给变压器油的热胀冷缩提供了一个膨胀室。

吸湿器又称为呼吸器。它内部装有用氯化钴浸渍过的硅胶。硅胶的吸湿能力很强,在变压器油胀、缩时,油枕上部空间的空气通过吸湿器与大气交换,硅胶就会吸收掉这些空气中的水分。用氯化钴浸过的硅胶干燥时为蓝色,吸湿饱和后变为红色。运行中可根据颜色的变化来判断是否应更换硅胶。

气体继电器又称为瓦斯继电器,它装在油枕与油箱间的管道中。当变压器油箱内产生电弧、局部高热等内部故障时,会出现大量气体,造成变压器油气流通过气体继电器,使它动作。根据故障程度不同,气体继电器或作用于发信装置发出警告信号,或作用于跳闸回路使变压器从电网中断开,起到保护作用。

安全气道又称为防爆管。它的下部分与油箱连通,上部与油枕膨胀室连通。防爆管顶部用 2~3mm 的玻璃密封,形成防爆膜。当变压器发生严重内部故障时,产生大量油气,使油枕和安全气道上部压力骤增,玻璃破裂,油气喷出,防止了油箱爆裂的重大事故。

除以上各装置外,油枕侧面还装有显示油面高低的油表,箱盖上装有温度计。

(三) 出线装置

变压器线圈的高低压出线,必须穿过油箱盖与电网连接。这些出线既需要与油箱间绝缘,又需要得到必要的支承。高低压套管构成了变压器的出线装置,由它们担任出线的绝缘和支承。

低压套管通常采用图 1-9 的结构。这种套管称为复合瓷绝缘式套管。它由装在箱盖上面的上瓷套管 6 和装在箱盖下面的下瓷套管 9 两部分构成。二者中间夹着箱盖钢板。导电杆 10 为一螺杆,既导电又通过螺母把上、下瓷套夹紧。纸垫 8 和 11 起缓冲作用,避免压紧时损坏瓷套。瓷套管的接线形式因导通电流的大小不同而不同。图 1-9a 中套管上部采用杆式接线,下部用一片软铜皮连接,适用于工作电流 $\leq 600\text{A}$ 的场合;图 1-9b 上部为板式接线,下部用两片软铜皮,适用于电流为 800~1200A 的场合;图 1-9c 图中,上、下部均采用板式接线,适用于电流为 2000~3000A 的场合。

高压瓷套管一般采用图 1-10 的结构。该瓷套与前述低压套管不同,它只由一个瓷套构成,通常称为单体绝缘瓷套管。该套管中部制有台阶,以便能通过夹持法兰和压钉把它压紧、固定在箱盖上。在瓷套与箱盖压接处设有密封垫,以防止变压器油泄漏。导电杆贯穿套管上下,其上、下部的接线方式是采用杆式或是板式,仍以工作电流大小来确定。在导通电流较大时,套管内应充满变压器油,以增加散热和提高绝缘能力。

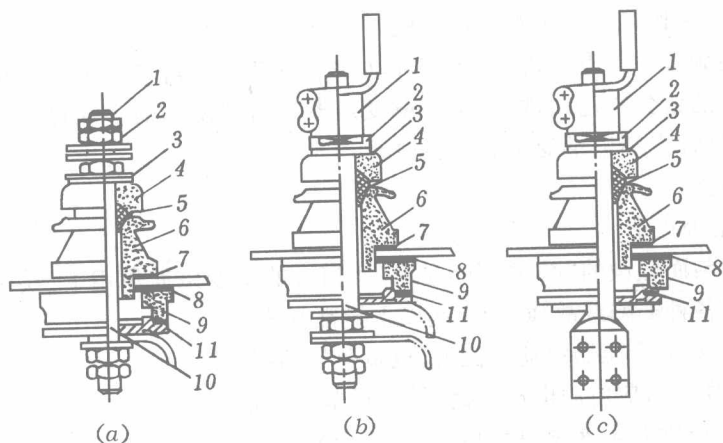


图 1-9 复合瓷绝缘套管

(a) $\leq 600\text{A}$; (b) $800 \sim 1200\text{A}$; (c) $2000 \sim 3000\text{A}$
 1—接线头; 2—圆螺母; 3—衬垫; 4—瓷盖;
 5—密封环; 6—上瓷套; 7—密封垫圈; 8—纸垫圈;
 9—下瓷套; 10—导电杆; 11—纸垫圈

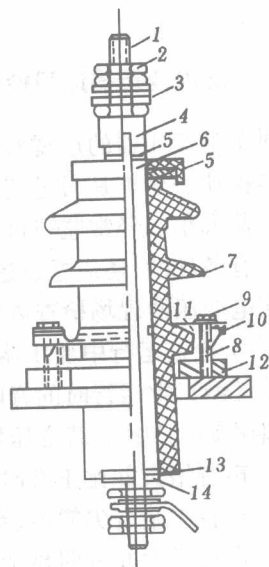


图 1-10 单体绝缘瓷套管

1—导电杆; 2—螺母; 3—垫圈; 4—铜套;
 5—衬垫; 6—瓷盖; 7—瓷伞; 8—螺栓;
 9—螺母; 10—夹持法兰; 11—压钉;
 12—钢板; 13—绝缘垫圈; 14—铜垫圈

第二节 配电变压器的运行维护和检查

对运行中的配电变压器进行维护和定期检查,能及时发现事故苗头,作出相应处理,达到防止严重故障出现的目的。同时,在维护和检查中记录的变压器运行参数,也可作为今后运行和检修的重要参考资料。因此,必须认真进行变压器的维护和检查。

一、配电变压器的巡视检查周期

(一) 运行变压器的常规检查周期

1. 有人值班的变压器 每班检查一次。
2. 无人值班的变压器 至少每周巡视检查一次。
3. 配电间内有高压配电屏的变压器 每月巡视检查一次。
4. 杆上变压器 每季度至少检查一次。

(二) 特殊情况下的检查周期

1. 高温下运行的变压器 气温最高的季节,对 $\geq 200\text{kVA}$ 的配电变压器,应选择有代表性的一台进行昼夜 24 小时的负荷测量,观察负荷变化规律及判定是否有过负荷现象。
2. 进行分、合闸操作的变压器 在每次分、合闸前,均应进行外部检查。
3. 恶劣天气下运行的变压器 在雷雨、冰冻、冰雹等气候条件下,应对变压器进行特殊巡视

检查。

二、配电变压器巡视检查项目

对配电变压器的巡视检查,可分为监视仪表检查和现场检查两类。

监视仪表检查是通过变压器控制屏上的电流表、电压表和功率表读数来了解变压器运行情况和负荷大小。经常监视这些仪表的读数并定期抄表,是了解变压器运行状况的简便和可靠的方法。有条件的,还应通过遥测温度计定期记录变压器上层油温。

配电变压器现场检查内容如下。

(一) 检查运行中变压器音响是否正常

变压器正常运行时的音响是均匀而轻微的“嗡嗡”声,这是在 50Hz 的交变磁通作用下,铁芯和线圈振动造成的。若变压器内有各种缺陷或故障,会引起以下异常音响:

1. 声音增大并比正常时沉重 对应变压器负荷电流大、过负荷的情况。
2. 声音中杂有尖锐声、音调变高 对应电源电压过高、铁芯过饱和的情况。
3. 声音增大并有明显杂音 对应铁芯未夹紧,片间有振动的情况。
4. 出现爆裂声 对应线圈和铁芯绝缘有击穿点的情况。

变压器以外的其它电路故障,如高压跌落式熔断器触头接触不好;无励磁调压开关接头未对正或接触不良等,均会引起变压器响声变化。

(二) 检查变压器的油位及油的颜色是否正常,是否有渗漏油现象

从油枕上的油表检查油位,应在油表刻度的 $1/4 \sim 3/4$ 以内(气温高时,油面在上限侧;气温低时在下限侧)。油面过低,应检查是否漏油。若漏油应停电修理,若不漏油则应加油至规定油面。加油时,应注意油表刻度上标出的温度值,根据当时气温,把油加至适当油位。

对油质的检查,通过观查油的颜色来进行。新油为浅黄色;运行一段时间后的油为浅红色;发生老化、氧化较严重的油为暗红色;经短路、绝缘击穿和电弧高温作用的油中含有碳质,油色发黑。

发现油色异常,应取油样进行试验。此外,对正常运行的配电变压器至少每两年应取油样进行简化试验一次;对大修后的变压器及安装好即将投运的新变压器,也应取油样进行简化试验。变压器油试验项目和标准见表 1-2,简化试验的项目只包括表中 3、5、6、9、12、14 各项。若试验结果达不到标准,则应对油进行过滤,再生处理。

为了尽量减少环境因素的影响,应采用溢流法取油样。溢流法的具体要求与方法是:

表 1-2 变压器油试验标准

序号	物理和化学性质的试验项目	标 准	
		新油	运行中的油
1	在 20℃ ~ 40℃ 时比重不超过	0.895	—
2	在 50℃ 时粘度(恩格勒)不超过	1.8	—
3	闪光点(℃)不低于	135	不比新油降低 5℃ 以上
4	凝固点(℃)不高于	-25	—
5	机械混合物	无	无

续表

序号	物理和化学性质的试验项目	标准	
		新油	运行中的油
6	游离碳	无	无
7	灰份不超过(%)	0.005	0.01
8	活性硫	无	无
9	酸价(KOH毫克/克油)不超过	0.05	0.4
10	钠试验的等级	2	—
11	安定性		
	(1) 氧化后酸价(KOH毫克/克油)不大于	0.35	—
	(2) 氧化后沉淀物含量(%)	0.1	—
12	电气绝缘强度(标准间隙击穿电压)不低于(kV)		
	(1) 用于 35kV 以上变压器	40	35
	(2) 用于 6~35kV 的变压器	30	25
	(3) 用于 6kV 以下的变压器	25	20
13	溶解于水的酸或碱	无	无
14	水份	无	无
15	在 +5℃ 时的透明度(盛于试管内)	透明	透明
16	tgδ 和体积电阻(如果浸油后的变压器 tgδ 和 C ₂ /C ₅ 值增高, 则应进行测量)		
	(1) tgδ 不超过: 在 20℃ 时	1	2
	在 70℃ 时	4	7
	(2) 体积电阻		无规定值, 但应与最初值进行比较

1. 对容器的要求 使用的容器应清洁、干燥、不透光, 容器的材料应使油样在容器内不会引起扩散、渗透、催化和吸附。

2. 取油样的方法 如图 1-11 所示, 先不用容器, 打开阀门 2, 把变压器箱底油污放掉。待油清洁后, 用少量油冲洗容器。正式取油样时, 把软管伸到容器底部, 放取油样(约取 500ml)。取样后, 尽快送有关部门试验, 并注意避免环境影响。

(三) 检查变压器运行温度是否超过规定

变压器运行中温度升高主要是由器身发热造成的。一般说, 变压器负载越重, 线圈中流过的工作电流越大, 发热量越大, 运行温度越高。变压器运行温度升高, 使绝缘老化过程加剧, 绝缘寿命减少。同时, 温度过高也会促使变压器油老化。

据理论计算, 变压器在额定温度下运行, 寿命应在 20 年以上。在此基础上, 变压器长期运行温度每增加 8℃, 它的运行寿命就相应减少一半。可见, 控制变压器运行温度是十分重要的。按规定, 变压器正常运行时, 油箱内上层油温不应超过 85℃~95℃。运行

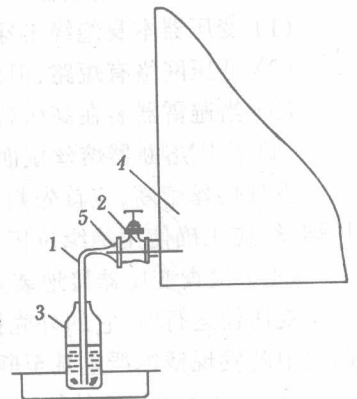


图 1-11 溢流法取油样示意图
1—取样软管; 2—阀门; 3—取样瓶;
4—变压器; 5—取样过渡接头