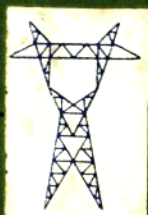


7218
xgs
41

0166788



配电变压器

供电工人培训资料

4

湘中供电局生产组编

毛主席语录

领导我们事业的核心力量是中国共产党。

指导我们思想的理论基础是马克思列宁主义。

抓革命，促生产，促工作，促战备。

人民，只有人民，才是创造世界历史的动力。

我们不但要提出任务，而且要解决完成任务的方法问题。我们的任务是过河，但是没有桥或没有船就不能过。不解决桥或船的问题，过河就是一句空话。不解决方法问题，任务也只是瞎说一顿。

目 录

第一章 变压器的作用、分类、构造和工作原理.....	(1)
第一节 变压器的作用.....	(1)
第二节 变压器的分类.....	(2)
第三节 变压器的构造.....	(5)
第四节 变压器的工作原理.....	(19)
第二章 配电变压器容量选择和安装.....	(31)
第一节 适当选择配电变压器容量的重要性.....	(31)
第二节 怎样选择配电变压器.....	(33)
第三节 配电变压器的保护.....	(35)
第四节 配电变压器的装置.....	(37)
第三章 配电变压器的运行和维护小修.....	(42)
第一节 概述.....	(42)
第二节 配电变压器运行要求和巡视检查.....	(42)
第三节 配电变压器的小修.....	(50)
第四节 配电变压器的运行操作和异常情况的处理.....	(58)
第五节 配电变压器的故障和原因分析.....	(65)
第四章 配电变压器的并列运行.....	(73)
第一节 变压器并列运行的意义和目的.....	(73)
第二节 变压器并列运行的基本要求和必要条件.....	(74)
第三节 配电变压器的并列试验.....	(87)
第五章 配电变压器的大修.....	(93)
第一节 配电变压器大修期限及项目.....	(93)

第二节	配电变压器的大修.....	(94)
第三节	变压器油.....	(108)
第六章	跌落保险及负荷开断器.....	(118)
第一节	跌落保险.....	(118)
第二节	负荷开断器.....	(128)

第一章 变压器的作用、分类、构造 和工作原理

第一节 变压器的作用

由于水力或火力发电厂距用电地区都比较远，怎么把电能有效地传送并分配到用电地区和厂矿农村呢？这就给我们提出了电能输送的问题。

我们通过电工基础的学习都知道，在输送同一功率的情况下，电压愈低，导线中的电流就愈大；反之，电压愈高，则导线中的电流就愈小。而导线中的发热损耗是和电流的平方成正比的，电流大损耗就大，为了减少导线的截面和电能的损耗，在远距离输电中应用较高的电压传送电能。再者，线路中除了能量损耗外，还有电压降。当线路输送的功率愈大，线路愈长，则电压降也就愈大，要求输送的电压等级愈高。如果还用较低电压送电的话，末端电压就太低了。比如说，输送5~10万千伏安功率的电能到100公里左右，电压用110千伏可以，当输送20~30万千伏安功率到200至400公里，则就要采用220千伏的电压等级了。

但安装在发电厂的发电机，由于它是一个旋转的机器，加上其它技术上的原因，是不能制造成这样高的电压的。这便要用变压器来进行升压。

相应的说来，在输电线路的末端，又要用变压器来把输电能

压降低,以适应电压等级较低的输变电设备进行电能合理分配。

经过降压而达到6~10千伏电压等级时,一般地说,用户还不能用电,因各用户的用电设备,绝大部分是380伏或220伏的低压设备,这样就还需要在6~10千伏的配电线路上装设配电变压器来把电压降到380伏/220伏以供一般用户用电。

因此,变压器的作用简单的说来是升降交流电压的设备,其用途是很广的。

第二节 变压器的分类

变压器在电力系统的应用范围十分广泛,类型也很多,现将应用得最广泛的几种介绍如下:

1. 电力变压器

这是目前工农业上应用最广泛的变压器,是专为输电和配电用的。发电厂和变电站的升压或降压变压器,配电网络的配电变压器都属于这一类。

2. 自耦变压器

这种变压器的用途,主要是在较小范围内改变电压。自耦变压器既可作升压用也可作降压用,降压自耦变压器主要是作感应电动机和同步电动机的启动补偿器用的。在感应电动机启动时,巨大的启动电流可以由自耦变压器的次级供给,而不直接从供电线路上取得,而使供电线路的电压不过多下降。

随着电力工业技术的不断发展,自耦变压器已在高压和超高压电力网中越来越广泛地用来代替线卷分开的普通电力变压器。如220千伏/110千伏/10千伏区域变电站的主变压器。

3. 感应电压调整器

它是用于调整配电网中的电压,在照明和电力设备的混合

供电线路上，当负载变化时，线路的电压降也跟着变化，供电的电压就会因此上下波动，电压如果波动太大，将影响电动机的转矩、效率和照明灯光的稳定。当在配电线路上装设感应电压调整器，就可以补偿由于负载变化而引起的电压波动。

4. 仪表用互感器

它是在高压电路内测量仪表所用电源的变压器。高压电路上的电压或电流，不能直接测量，要通过表用变压器，（又叫电压互感器）或表用变流器（又叫电流互感器）来进行。这类变压器的用途虽和电力变压器不同，但其作用原理和基本结构还是和电力变压器相同的。

5. 专用变压器

电焊、电炉、水银整流器用的变压器，以及进行各种电气试验和医疗设备用的变压器，都属于这一类。

按照冷却方式的不同变压器可分为以下几种：

1. 空气自然冷却式

即干式，这种变压器由于铜损和铁损而产生的热量，靠铁心和绕组周围的冷热空气自然对流而把它带走，这是最简单的散热方法，但效率不高。一般只限于小容量变压器，如仅用变压器、感应电动机启动用的自耦变压器等。

2. 油浸自冷式

把变压器的铁心和绕组全部浸在装满绝缘油的容器中，这样，变压器全部损耗所发出的热被油吸收，再由绝缘油的冷热油对流循环把热量传到容器外壳而散发到大气中去。我们平常所看到的中、小容量的电力变压器以及配电变压器，都是这种冷却方式的，是最普通最经济的冷却方式。

3. 油浸风冷式

冷却方式和上述相同，仅为了有效地降低油温，而在变压

器油冷却散热管上加装了强力通风装置(风扇)。

4. 强迫油循环风冷式

风冷方式同上，但为了加强油的循环而在油管上装有潜油泵，把冷却后的油送入变压器，吸收热量后，热油从变压器流出，引入强力风冷的散热设备后使油温减低，再经油泵送入变压器，以至循环不息。

5. 强迫油循环水冷式

其强迫油循环系统同上，只是热油的冷却是经过内部有水管的散热装置，水管内因压力不断有冷水循环，而更有效地带出油中的热量。

6. 水内冷式

这种变压器是通过伟大的无产阶级文化大革命后，在较短的时间内迅速发展起来的。是一种最新型的冷却方式。所谓水内冷是将清冷的冷水压入空心的导线或铁心中专门设置的水路，使冷却水直接与发热体接触，避免因绝缘层的传热阻碍，而直接进行热交换，就能更为有效地吸收和传导出变压器内部的发热，达到良好的冷却效果。

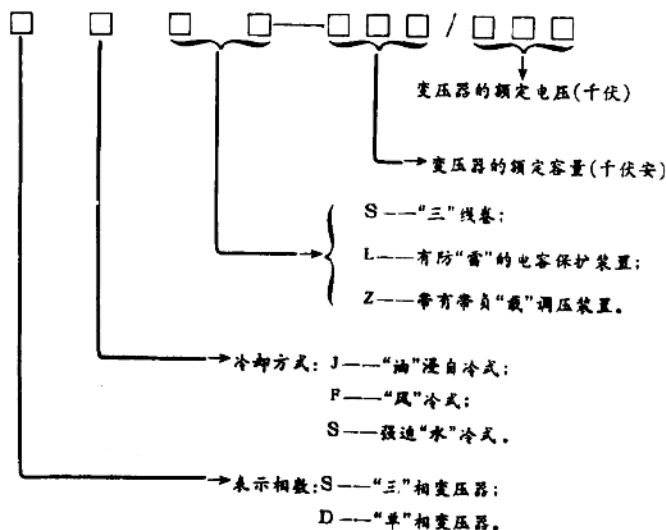
水内冷变压器按水路系统来分，概括起来有单水内冷、双水内冷、三水内冷及油箱内设置冷却水管四种。所谓单水内冷，是指在低压线卷内部通水冷却，一般用于中小型电力变压器者居多；所谓双水冷却，是指在高压线卷和低压线卷或者三卷变电器的中压线卷和低压线卷内部通水冷却。一般用于电炉变压器和1800千伏安以上的电力变压器者居多；所谓三水内冷，是指在高压线卷和低压线卷(或中压线卷和低压线卷)内部通水冷却，同时又在铁心上设置冷却水路系统通水冷却。

水内冷变压器按绝缘结构方式来分主要有干式绝缘和油浸绝缘两种。干式绝缘结构者一般是采用环氧树脂混合胶作为浇

注绝缘，将变压器线卷密封起来的，油浸式者与一般油浸式变压器相同。

经验证明，水内冷变压器具有体积小、重量轻、用料省、出力高的特点。如与一般油浸式变压器相比，总重量平均可减少50%左右。由于节省了材料，电流密度较大，故总损耗相对来说是较高的。

我国生产的电力变压器，其型号按字母排列次序的意义为：



若第一个字母左方加O字则为自“耦”变压器。

第三节 变压器的构造

电力变压器的主要构件是铁心、线卷、油箱、油枕、呼吸

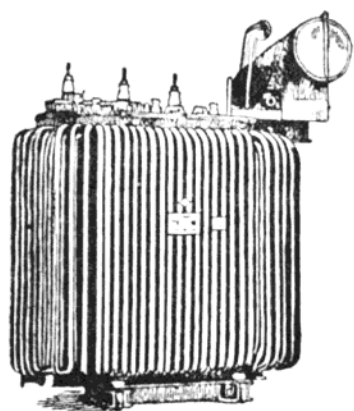


图1—1 三相电力变压器的外形

器、防爆管、绝缘套管、支架散热管等部分，还有温度表、油位表、保护装置、分接头变换器等附件。

三相电力变压器的外形、内部剖视和结构示意图，分别见图1—1、1—2和1—3。

现将变压器的主要构成部分叙述如下：

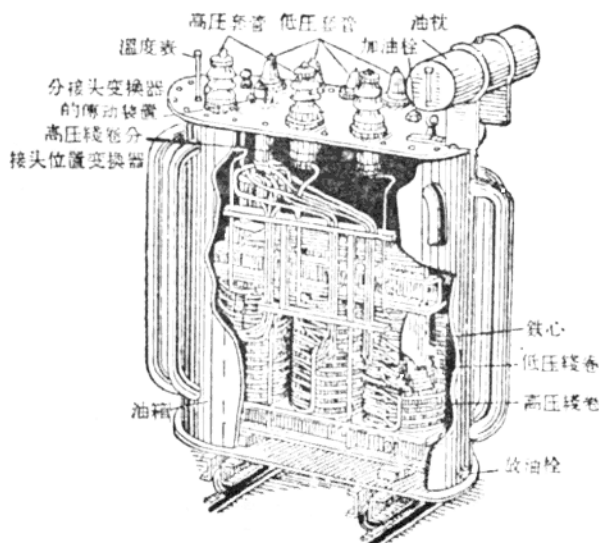


图1—2 三相电力变压器的内部剖视

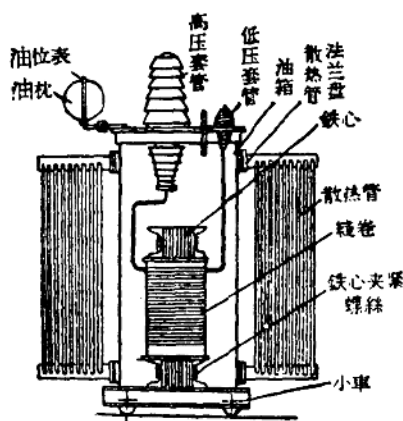


图1-3 三相电力变压器的结构示意图

注：一般小配电变压器没有散热管、油枕、小车等部件

1. 铁心

铁心是变压器最基本的构成部分之一，变压器的原线卷和副线卷都绕在铁心上。原边和副边两个线卷是不相连接的，但是原边和副边的任何一边接上电源以后，通过电磁感应的关系使另一个线卷也有了电。电磁感应现象是变压器的基本原理，只有人们发现了电磁感应现象以后才会制造出变压器来。正象铜是一种好的导电材料一样，硅钢是一种很好的导磁材料，因此由硅钢作成的铁心是变压器最好的导磁的通路，我们把它叫做磁路。但是用大块的硅钢做铁心还不行，因为磁力线在这样的铁心里通过时，电磁感应要干出坏事，它在铁心内部感应出一种电流，这种电流叫做涡流，大块的硅钢将使这些涡流自由自在的流着，大量的涡流将使铁心发热，温度

升高，使变压器的损失(叫做铁损)大大增加，还可能因温度过高把变压器烧坏。因此，变压器的铁心都是用很薄的硅钢片迭成，每层硅钢片的厚度只有0.35~0.5毫米，在每一硅钢片上都涂上一层绝缘漆；这样一来，由于绝缘漆挡不住磁力线的通路，磁力线还是能通过整个铁心，但绝缘漆把涡流挡住了，把涡流限制在各硅钢片以内，使它不能通过整个铁心，所以这种铁心既有很高的导磁性能，又限制了涡流，使涡流损失大大降低。

硅钢片迭放起来之后，还应当夹紧，使铁心形成闭合的磁路。铁心装配好后外形很象门框或窗户框，其上装着线卷的垂直部分叫做铁心柱，水平部分叫做轭。

变压器铁心各层硅钢片的排列互不相同，如图1—4所示。迭装时把第二层放在第一层上；第三层放在第二层上，余此类推；这种装配方法可使各层硅钢片的接缝互相错开，磁路没有缝隙，从而提高导磁性能，同时保证了较大的机械强度。

铁心的各层硅钢片，是用双头螺栓夹紧的。为了避免硅钢片和双头螺栓接触，引起发热以致烧坏铁心，双头螺栓要用绝缘纸管或薄片纤维板包裹起来，螺帽和螺栓头下面，还要用绝缘垫隔开。

2. 线卷

线卷也是变压器最基本的部件，在一个变压器内有原线卷和副线卷，即两种电压的线卷——高压线卷和低压线卷。线卷由扁铜线或圆铜线绕成，铜线的外面一般采用电缆纸绝缘，小型变压器也用纱包铜线。按制造方法，变压器的线卷分为筒形和盘形(迭线)两类，筒形和盘形均可绕成圆形或矩形，电力变压器基本上都是用的筒形线卷。筒形线卷的特点是高低压线卷套在一起，都在一个同心圆上，通常低压线卷套在

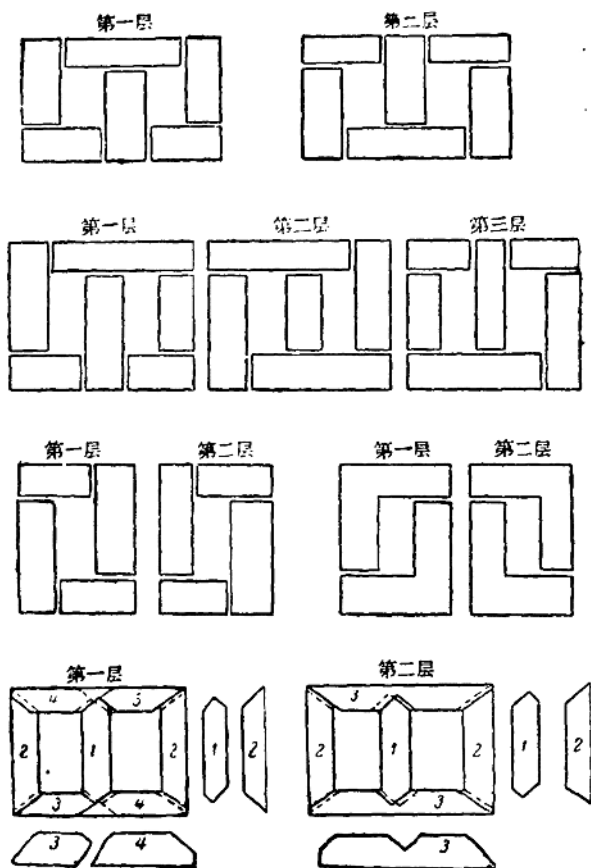


图1—4 铁心硅钢片的迭装方法

靠近铁心的地方，高压线卷套在低压线卷的外面，高低压线卷之间和低压线卷与铁心之间用绝缘筒增强绝缘(图1—5)。

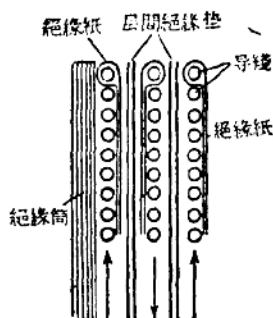


图1—5 分层次线卷

筒形线卷是用扁铜线或圆铜线按螺线绕成线卷的，形状是一个圆筒。筒形线卷有单层、双层和多层三种。双层和多层的筒形线卷，各层是一层压一层绕成的，也可以在各层之间用衬条把每层隔开，这样层与层之间就有间隙，对变压器的冷却和线卷的绝缘是有好处的。因为变压器运行时，线卷由于电能损失而产生的

的热量，可以被变压器油从这些间隙中带走。一般低压线卷因为铜线匝数不多，可绕成螺旋状的单层(图1—6)和双层筒形线卷(图1—7)；高压线卷的匝数多，一般要把铜线绕成好几层，也就是多层筒形线卷(图1—8)，每层之间用绝缘纸隔开。为了降低层间所承受的电压和改善线卷的冷却作用，可以把线卷作成一段一段的，即沿铁心柱的高度分成几个线卷，这种线卷叫做分段式线卷，在互感器和高压试验变压器中往往采用这种型式。

变压器的线卷除了上面讲的筒形和分段式以外，还有所谓连续式和螺旋式等形式。连续式即连续的盘状线卷(图1—9)，有良好的机械性能和散热性能，应用最为广泛，但要求比较复杂的卷制技术。螺旋式多用于大电流的低压线卷，它的结构象一只螺旋弹簧，导线并绕的根数很少。

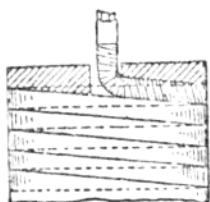


图1-6 单层筒形线卷

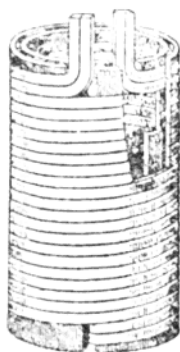


图1-7 扁线绕的双层筒形线卷

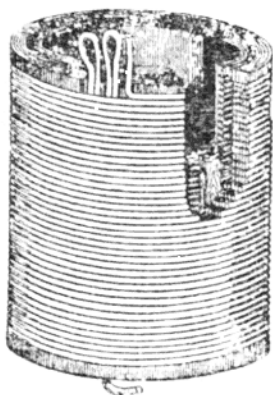


图1-8 圆线绕的多层筒形线卷

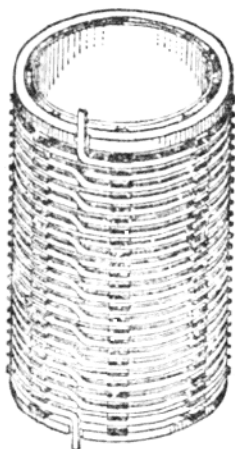


图1-9 连续式盘状线卷

3. 油箱

油箱就是变压器的外壳，是用钢板做成的。里面除了装置铁心、线卷等件之外，还有变压器油，铁心和线卷部

浸在变压器油里的。变压器油箱的型式是按照散热的要求而选定的，这里的热是指的变压器带有负荷时铁心和线卷内所产生的热量。变压器油箱按其构造可设散热器，也可不设散热器。没有散热器的油箱，其外壳又有平面式、波纹式和散热管式几种。油箱中的油如采用自然冷却方式，平面式外壳只用于6千伏以下50千伏安以内的小容量变压器；对于6千伏50千伏安以上和10千伏、20千伏安及以上的变压器，平面式外壳的冷却面积就不够用了，因此需要增加冷却面积，为此可以采用波状或管状外壳，或者在变压器油箱上安装散热器。

变压器的铁心和线卷为什么要浸在油里呢？变压器油起什么作用呢？

前面已经讲过，变压器在工作的时候，电流通过线卷时，由于电阻的缘故，要消耗一部分热量，这部分消耗叫做铜耗。同时，电流通过线卷时铁心里的磁通还要在铁心里产生涡流，虽然采用了硅钢片作铁心材料，涡流因而减小，但是它还是存在而且也要消耗一部分能量，这部分损失叫做铁耗。铜耗和铁耗（或叫铜损、铁损）都要产生一定的热量。这热量必需散发出去，否则铁心和线卷的温度就会上升，结果要烧坏线卷绝缘。此外线卷导体的电阻是随着温度升高而增大的，因此温度增高，铜耗也增大。为了使变压器运行时效率高，应尽可能降低它的温度。

小型变压器中的热量，是靠铁心和线卷四周空气的自然流通把它带走的，而在较大的电力变压器里必需用另外的办法来冷却线卷和铁心。一般采用最多的办法是用油来冷却，即向装有铁心和线卷的变压器油箱中，灌入变压器油。变压器油是一种上等的绝缘油，它不仅可以冷却线卷和铁心，同时还有增强各层线卷之间、线卷与铁心之间绝缘性能的作用。变压器油在

线卷间的间隙里流通，把内部的热量传导到外壳，经过外壳的表面再散发到空气里去。

4. 油枕

油枕又叫做储油器，也有叫扩张器的（图1—10）。它位于变压器的顶盖上，是一圆桶形的东西，用联接管与变压器的顶盖连接。

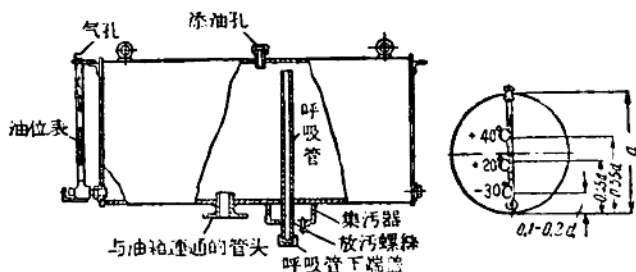


图 1—10 油枕的构造

变压器在运行中，负荷变动时，温度也随着变动，油的体积就会发生热胀冷缩的变化。油膨胀时油箱里的空气向外排出，油收缩时又吸入外面的空气，这种现象叫做变压器的呼吸。

吸入的空气中含有氧和水分，使油受到氧化和潮湿，而使油变坏，这会降低变压器油的性能，并出现酸类和残渣。在油与空气接触面较大的变压器中，这种氧化和受潮就特别严重。因此必需设法减少变压器油与空气的接触面，限制空气在变压器油面升、降时进入油箱。在油箱的顶盖上装了油枕，油面下降时油枕里的油就流入油箱，使油箱里的油始终满满的，不致使上层线卷在油面低落时失去绝缘和散热。油枕中的油并不能灌满，为油面上升时留出余地。油枕通过联接管与油箱连接