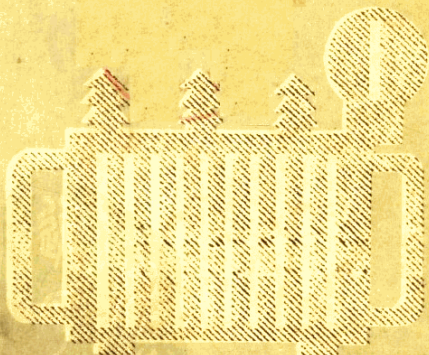


变压器专业工种

技术工人培训教材

第二分册



变压器专业工种技术工人培训教材编辑委员会

适用于变压器绕线与检查工

沈阳变压器厂 宋双生

福州变压器厂 周末燕

编

编委会主任：郭 斌

编委会副主任：王淑兰、熊洪满、杨师和

编 委：（以姓氏笔画为序）

马正昌、王玉华、王显文、王淑兰、朱宝来、
刘锦华、肖尔祿、杨师和、宗绪智、钟贵镒、
赵维君、徐振东、郭 斌、曹耀武、熊洪满、
魏光前。

主 编：曹耀武

副 主 编：朱宝来、王显文、马正昌

前 言

本教材是为适应变压器行业技术工人培训的迫切需要,根据国家机械委电器局制定的变压器行业《工人技术等级标准》,受全国变压器行业职工教育研究会委托,由沈阳变压器厂、西安变压器电炉厂、保定变压器厂、北京变压器厂和福州变压器厂等单位,有实践经验的工程技术人员联合编写的。它主要适用于变压器专业技术工种工人的培训和各变压器生产厂、变压器维修及运行部门的有关工程技术人员学习参考,也可做为技工学校变压器专业的参考教材。

本教材以中级工为主,初、高级工培训使用时,可结合本厂生产实际做必要的增减。考虑到教材在全国各变压器厂的通用性,教材内容以35~220千伏电力变压器为主,兼顾其它。新规定的初、中、高等级标准中有些内容虽超越了现时工人的实际水平或生产中尚未应用。但考虑到今后生产技术的发展,这部分内容也适当地纳入教材之中。全书共分十个分册:

第一分册: 适用于变压器装配与检查工;

第二分册: 适用于变压器绕线与检查工;

第三分册: 适用于变压器铁芯装配与检查工;

第四分册: 适用于变压器绝缘件制造与检查工;

第五分册: 适用于产品试验工;

第六分册: 适用于硅钢片冲剪与铁芯卷制成型处理工;

第七分册: 适用于导线处理工;

第八分册: 适用于变压器线圈压装处理工;

第九分册: 适用于变压器处理工;

第十分册: 适用于互感器装配与绕线工。

为便于组织技术工人培训,原则上一个工种编成一个分册。但考虑到变压器装配、变压器绕线、变压器铁芯装配和绝缘件制造四个工种的检查工,同这四个工种的等级标准内容很多是相同的。所以,合并在一起编写。两个工种合并后出现的共性和个性的不同要求,以共性为主,兼顾个性,确保教材完整性。

由于水平所限,教材中难免存在着局限性以及缺点、错误。恳请有关单位及学员在使用过程中,提出宝贵意见,以便在适当时机修改完善。

另外,由于各厂工艺条件不同,在制造方法上也不完全相同,本教材在讲述工艺方法时所提供的数据和有关规定,只供学员参考,不能代替各厂的现行技术文件。

在编写过程中,机械委电器工业职工教育研究会及沈阳、西安、保定各厂所在省、

市的上级领导机关给予我们的支持和指导，表示感谢；对沈阳变压器厂、西安变压器电炉厂和保定变压器厂在编印过程中做了大量工作的同志表示谢意。

变压器专业工种技术工人培训教材编辑委员会

一九八八年三月于沈阳

绪 论

电是工业、农业、国防和科学技术现代化的主要能源。

电能由水力发电站，火力发电厂或核电站提供。用电部门一般距发电厂很远，不能直接输送，为了达到远距离输电，必须提高输电电压，减少输电电流和线路上的损耗，从而可缩小输电线的截面积，因此，目前在大功率，远距离输电中，都采用较高的输电电压。

目前从发电机所发出的最高电压多为15.75千伏，容量较小的发电机多为10.5千伏。而输电电压有35、66、110、220和500千伏等几种，所以输电之前，要用变压器将电压升高，这种变压器叫升压变压器。而用户的电器设备又必需配用较低的电压。若想把输电线路上的高电压降到用户所用低电压，也需采用变压器，这种变压器叫降压变压器。另外，广泛用于矿山、冶炼、交通和其它部门的还有特种变压器，这里就不一一叙述。

变压器依靠电磁感应原理来改变交变电压和交变电流。变压器是输配电能的关键设备之一，它在国民经济中占有重要地位。就电力变压器而言，从建国以来，单台容量和安装容量都迅速增长，电压等级也相继提高。五十年代发展到110千伏级；六十年代发展到220千伏级；七十年代发展到330千伏级；八十年代已经发展到500千伏级电力变压器。单台容量也迅速提高，六十年代中期已发展到制造220千伏、120000千伏安的电力变压器。到六十年代末期，已发展到260000千伏安。七十年代初期生产出330千伏级、360000千伏安电力变压器。目前，已制造出500千伏级，单相250000千伏安和三相360000千伏安的自耦变压器。

我国生产的电力变压器，除供国内使用外，正在扩大出口，已出口的最大变压器电压等级为200千伏；容量100000千伏安。

近几年来，我国电力工业发展很快，装机容量迅速增加，决定了变压器产品高速度的发展才能满足需要。随着高电压、大容量变压器的不断增多，产品结构更趋于复杂，对线圈的结构、制造质量要求更加严格。变压器运行的寿命，运行的可靠性，保证其具有足够的电气强度、机械强度、耐热及防潮等，都与线圈在制造过程中的质量有直接关系。运行中的变压器，若线圈出了故障，会造成停电，引起严重后果，因此，必须保证产品质量。

为满足变压器行业飞速发展的需要，必须对现有的和正在建设中的变压器厂用高水平的工艺装备武装起来，同时要加强对工艺管理、严格工艺纪律，提高制造的工艺水平。现在，变压器线圈制造的工艺水平及工人的技术素质还不能适应发展的需要，因此，尽快提高工人的技术理论水平和实际操作技能，是目前十分迫切的任务。

目 录

绪 论

第一章 变压器线圈的技术性能和结构原理

第一节 变压器概述	1
一、变压器基本工作原理	1
二、变压器的结构概况	4
三、变压器分类	4
四、变压器型号	6
第二节 对变压器线圈的基本要求	8
一、电场对线圈的影响	8
二、磁场对线圈的影响	11
三、机械强度的要求	13
四、线圈的发热与散热	17
第三节 线圈的绕向和极性的判别	20
一、线圈绕向	20
二、线圈的极性	23
第四节 联结图和联结组的向量关系	24
一、单相双绕组	24
二、单相三绕组	25
三、三相双绕组	25
四、三相三绕组	29
五、变压器绕组的特种联结	30
第五节 线圈的结构型式及其特点	32
一、圆筒式线圈	32
二、饼式线圈	38
第六节 线圈绝缘	45
一、线圈主绝缘结构	46
二、线圈纵绝缘结构	53
三、基本绝缘件及其用途	54
第七节 线圈基本参数的计算	57
一、导线电流密度计算	57
二、电压和电流的计算	58
三、阻抗电压计算	60
四、其它有关数据的计算	61

第二章 线圈导线准备与包纸

第一节 裸导线的检查与清理	64
一、裸导线清理机的结构及原理	64
二、清理机的维修与保养	64
三、操作工艺要点	65
第二节 导线包线	65
一、双向立式包纸机的结构原理	65
二、设备的维修与保养	66
三、操作工艺要点	67
第三节 换位导线制造	68
一、换位导线生产设备的结构及原理	68
二、操作工艺要点	69
三、短路点的测定及排除方法	74
四、短路点测试仪的构造及原理	74
第四节 组合导线的制造	75
一、组合导线包纸机的结构及原理	75
二、组合导线制造的工艺要点	75

习题二

第三章 绕制线圈的设备及工具

第一节 卧式绕线机	78
一、结构特点及其应用	78
二、维修与安全	80
三、绕线机扭矩的确定	80
第二节 立式绕线机	81
一、结构特点及其应用	81
二、维修与安全	83
第三节 箔式线圈卷绕机的构造及使用	83
一、箔式线圈卷绕机的构造	83
二、箔式线圈卷绕机的使用	88
第四节 铜焊机的原理及使用	90
一、铜焊机的结构及原理	90
二、操作过程	91
三、维修与安全	92
第五节 碰焊机的原理及使用	92
一、碰焊机的结构及原理	92
二、碰焊机的使用	93
三、维修与安全	95
第六节 导线折弯工具的种类及其使用	95
第七节 导线张紧装置	98
第八节 绕线模的种类及其应用	100

一、铝(木)模	100
二、伞形可动模	000
三、铁筒绕线模	101
四、齿条式可动绕线模	103
五、立式绕线模	104
第九节 常用工具的结构及应用	105
一、线轮架	105
二、分线装置	106
三、吊具	106

习题三

第四章 线圈绕制方法

第一节 线圈绕制前的准备工作	109
第二节 圆筒式线圈绕制	111
一、低压圆筒式线圈绕制	111
二、高压圆筒式线圈绕制	115
三、高电压变压器圆筒式线圈的绕制	118
第三节 连续式线圈绕制	122
一、有关技术术语	123
二、单根导线绕制的连续式线圈	124
三、二根及以上导线并绕的连续式线圈	126
四、在反段的内径上垫纸条的方法	130
五、为线段完整垫纸条的方法	130
六、分接头的引出	131
七、线圈出头包扎和绑扎	134
八、加强线段与正常线段的焊接方法	134
九、段间纸圈的制作方法	135
十、用立式绕线机绕制连续式线圈	136
第四节 螺旋式线圈绕制	137
一、单列螺旋式线圈绕制	137
二、双列螺旋式线圈绕制	145
三、分裂式螺旋线圈绕制	147
四、其它结构的螺旋式线圈	148
五、有关工艺要求	149
第五节 纠结式线圈绕制	149
一、有关术语	149
二、纠结单元的绕制方法	150
三、单根普通纠结单元的绕制	150
四、二根和三根导线并联普通纠结单元的绕制	154
五、二根导线并联插花纠结单元的绕制	154
六、反段内径垫纸条的绕法	158

七、二根导线并联半插花绞的绕制	160
八、内部部分纠结单元的绕制	160
九、外部部分纠结单元的绕制	161
第六节 内屏连续式线圈绕制	162
第七节 线圈出头的屏蔽	164
第八节 干式变压器线圈的绕制	167
一、绕制方法	167
二、线圈换位的要求	167
三、线圈出头的工艺要求	169
第九节 箔式线圈绕制	172
一、箔式线圈结构	172
二、箔式线圈绕向	172
三、箔式线圈绕制模和导电排	172
四、箔式线圈绕制时金属箔板和绝缘纸张力的计算	173
五、箔式线圈的绝缘	173
六、线圈绕制	173

习题四

第五章 线圈套装浸漆和干燥处理

第一节 线圈起立的工模具构造及使用	177
第二节 油浸式线圈的套装与加压	177
一、准备工作	178
二、中、小型圆筒式线圈套装与加压	179
三、饼式线圈套装与加压	179
四、调压线圈绑扎方法	181
五、“8”字线圈套装与加压	183
六、安全操作要点	183
第三节 干式变压器线圈套装与加压	183
第四节 线圈的真空干燥处理	184
一、带压干燥	185
二、恒压干燥	185
三、大型层式圆筒式线圈的真空干燥处理	187
第五节 油浸式变压器线圈浸漆和干燥处理	187
第六节 B级干式变压器线圈浸漆和干燥处理	189
第七节 H级干式变压器线圈浸漆和干燥处理	190

习题五

第六章 质量控制和质量检查

第一节 工序质量控制	192
一、工序质量控制的主要方法	192
二、主导因素控制	193
第二节 质量检验	194

一、检验的工作内容	194
二、工序检验	194
三、质量检验的管理	195
习题六	
第七章 线圈的故障和修理	
第一节 线圈短路点的确定	196
一、多根导线并绕的线圈线间短路的检查	196
二、多根导线并绕短路点的确定分法	196
三、半短路点的确定	197
四、纠结式线圈短路点的确定	197
第二节 短路点的排除方法	197
一、准备工作	198
二、修理方法	198
第三节 多匝与少匝的分析及排除方法	200
一、在器身上就地纠正错匝	200
二、拆出线圈纠正错匝	200
第四节 现场修理	201
一、故障的检查分析	201
二、制定修理方案	202
三、修理前的准备工作	202
四、吊心修理要点	202
五、试验和整理	202
习题七	
附表	204

第一章 变压器线圈的技术性能和结构原理

第一节 变压器概述

一、变压器基本工作原理

(一) 单相变压器

首先我们讨论单相变压器的空载运行状态。

图1—1是一台最简单变压器原理图。它是由两个匝数不等的线圈同绕在一个闭合的铁心上。铁心是用硅钢片迭成。铁心柱左边的线圈称为一次线圈或称初级绕组,其匝数为 W_1 。另一侧的线圈称二次线圈或次级绕组,其匝数为 W_2 。

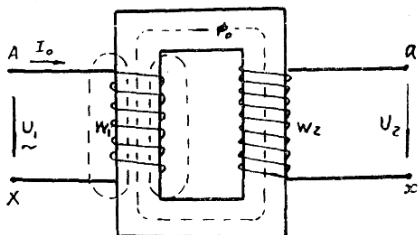


图1—1 单相变压器空载运行原理图

一次侧通交流电源,施加交变电压 U_1 ,频率为 f 。二次侧开路。这时一次侧线圈有空载电流 I_0 流过,其值不大,在铁心中便有磁通 Φ 。(称为工作磁通或主磁通)通过,这时在一、二次侧便产生感应电动势。

一次侧为

$$E_1 = 4.44f W_1 \Phi_m \quad (1-1)$$

二次侧为

$$E_2 = 4.44f W_2 \Phi_m \quad (1-2)$$

式中 Φ_m 代表交变主磁通的最大值。

一次侧的感应电动势 E_1 ,就是自感电动势。如略去一次线圈的阻抗电压降不计,则电源电压与自感电动势相等,即 $U_1 = E_1$,但方向相反。二次侧的感应电动势 E_2 是由于一次线圈中电流的变化而产生的,称为互感电动势。这种现象称为互感。由于 E_2 的存在,二次侧组成一个频率仍为 f 的新的交变电源。在空载情况下,二次侧的端电压 $U_2 = E_2$,两绕组的电压比为

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{E_1}{E_2} = \frac{W_1}{W_2} = Ku \quad (1-3)$$

式中 Ku 称为变压器的变压比。

当 $W_1 > W_2$ 时, $Ku > 1$, 此时 $U_1 > U_2$, 即变压器的出线电压较进线电压低, 这样的变压器称降压变压器。当 $W_1 < W_2$ 时, $Ku < 1$, 这时 $U_1 < U_2$, 即变压器的出线电压较进线电压高, 这样的变压器称为升压变压器。

下面我们接着讨论单相变压器负载运行的状态。

变压器的空载运行是没有什么实际意义的, 只是变压器运行中的一种特殊状态。只有在变压器二次侧接上负载时, 才起到能量转换的作用。

当变压器二次侧接上负载时(相当于空载运行的变压器, 在二次侧接上负载), 见图 1-2, 在 U_2 的作用下, 在二次侧线圈中有电流 I_2 流通。 I_2 的大小是随着负载的大小而变化。电流 I_2 是从一次侧取得的能量, 它是通过电磁感应原理得到的。由于 I_2 的出现, 产生了新的矛盾。从图中可以看到, 当 A—X 接上交变电源后, 一次线圈将有 I_1 流过, 在铁心中便建立起主磁通 ϕ_0 , 当 ϕ_0 穿过 W_2 时, 在二次线圈中产生 E_2 。如果在 a—x 两端接上负载 Z , 二次侧有电流 I_2 在铁心中建立起磁通 ϕ_2 , ϕ_2 的方向与 ϕ_0 相反。当 ϕ_2 穿过一次线圈时, 一次线圈便从电源中取得电流 I_1 , 这时, I_1 又产生与 ϕ_2 磁通相反的 ϕ_1 , 显然 $\phi_2 = -\phi_1$, 两个磁通互相抵消, 结果磁路中只剩下一个由空载电流 I_0 建立起来的磁通 ϕ_0 , 即主磁通。

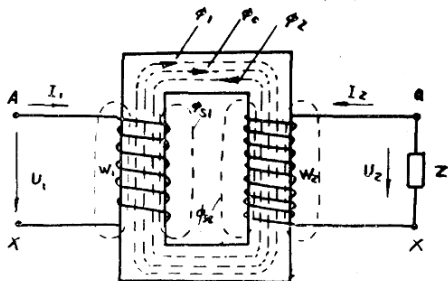


图 1-2 单相变压器负载运行原理图

当负载 Z 接在副线圈 a—x 线端之后, 原线圈的电流由 I_0 增加到 I_1 。变压器负载运行时, 励磁电流 I_0 几乎不变。

磁势 $I_1 W_1$ 与 $I_2 W_2$ 之差就是产生主磁通所需的磁势 $I_0 W_1$ 。当接近满载时, 磁势 $I_0 W_1$ 的值比 $I_1 W_1$ 小很多, 一般可以忽略不计, 这时

$$I_1 W_1 \approx I_2 W_2$$

$$\text{即 } \frac{I_1}{I_2} \approx \frac{W_2}{W_1} = K_i \quad (1-4)$$

式中, K_i 称为变压器的变流比。

变压器一次侧电流的大小是由二次侧电流 I_2 来决定的。当把空载运行的变压器接上负载

之后，二次电流增大到 $I_2 = \frac{U_2}{Z_2}$ ，一次电流就按 $I_1 = \frac{W_2}{W_1} I_2$ 的关系变化。因此额定电压高的绕组，其额定电流小，导线的截面较细。额定电压低的绕组，其额定电流大，导线截面较粗。

一、二次线圈所产生的磁通绝大部分都在铁心里面通过，但总有一少部分磁通不经过铁心，而在铁心外面通过构成回路，这部分磁通称为漏磁通（图1—2中的 ϕ_{s1} 、 ϕ_{s2} ），漏磁通将感应出漏磁电势 e_{s1} 、 e_{s2} 。

在变压器工作过程中，初、次级绕组和铁心，要消耗一部分电功率，即铜损或铁损。另外，由于漏磁通的存在，还会产生附加损耗。

一、二次侧电压和电流之间关系为

$$\frac{U_1}{U_2} \approx \frac{W_1}{W_2} \approx \frac{I_2}{I_1}$$

$$\text{则 } I_1 U_1 \approx I_2 U_2 \quad \text{即 } S_1 \approx S_2 \quad (1-5)$$

就是说绕组两边的视在功率是近似相等的。

(二) 三相变压

目前输配电都采用三相制，需要把三相电压同时升高或降低，这可以用两种方法来原因，一种是用三台型式一样的单相变压器联接成三相变压器组；另一种是采用三相变压器。

图1—3表示三相变压器的结构，它共有三个铁心柱，每个铁心柱上各装一个额定电压高的

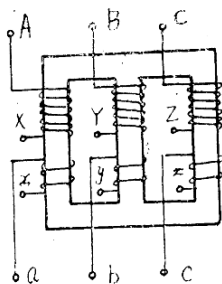


图1—3 三相变压器简

绕组（简称高压绕组）和额定电压低的绕组（简称低压绕组）。两个绕组称高压线圈和低压线圈。这种变压器称三相双线圈变压器，若每一相再加一个中压线圈，就称为三相三线圈变压器。高压、中压、低压的首端分别用A、B、C； A_m 、 B_m 、 C_m ；a、b、c来表示。末端分别用X、Y、Z、O； X_m 、 Y_m 、 Z_m 、 O_m ；x、y、z、O来表示。其中O表示Y或Z接法时引出的中性点。

三相变压器无论是在铁心的磁结构上，或者是线圈的连接方式等方面都比单相变压器复杂得多。三相变压器是从单相变压器发展来的，用三相变压器比用三台单相变压器有体积小、成本低和效率高等优点。

所以在三相输配电系统中得到广泛应用。

用三相变压器为什么就能代替三台单相变压器输电呢？这个问题我们从磁路系统来讨论就比较方便。图1—4绘出了由单相变压器接成的三相组，如果把三个单相变压器铁心按一定几何位置排列，就可以把三个单相铁心合并成一个三相变压器铁心。图1—5绘出了三相变压器铁心演变过程。图1—4所示的变压器三相组的A、B、C各相铁心都是单独的磁路，彼此之间没有任何磁路联系，而图1—5所示三相变压器铁心在磁路上A、B、C相都是彼此联系着的。在三相系统内的磁通之和等于零，即 $\phi_A + \phi_B + \phi_C = 0$ 。所以图1—5所示中部的三个铁心柱可以省去，再把图1—5b中B相铁轭缩短，就变成图1—5c所示三柱式铁心形状。

对超高压特大容量的变压器，受到运输条件的限制，为了降低铁心的高度或其它结构上

的需要，常采用有旁铁轭做为分支磁路的三相五柱式铁心结构。铁心的中间三个柱套有线

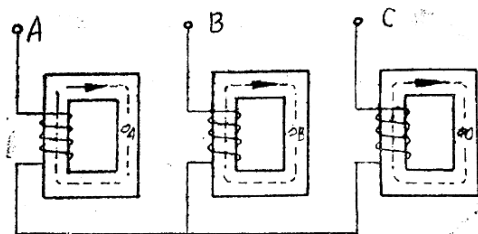


图1-4 用三台单相变压器接成的三相组

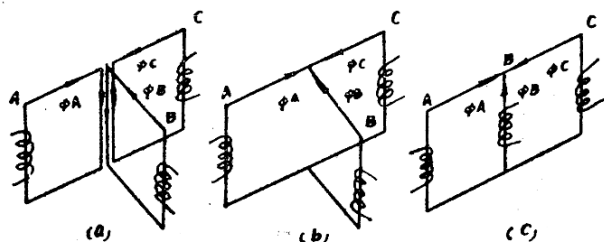


图1-5 由三个单相铁心改成的三相铁心原理图

圈，两个边柱没有线圈。铁轭中的磁通是铁心柱磁通的 $\frac{1}{3}$ ，与三柱式铁心相比，铁轭截面

及高度可缩减 $\frac{1}{\sqrt{3}}$ ，这对变压器的运输是很有利的。

三相变压器每一相的工作原理和单相变压器的工作原理基本相同，有关三相变压器的工作原理，这里不再多述。

二、变压器的结构概况

为了使我们对变压器有一个概括的了解，现就变压器的基本结构作一下简要的介绍。

变压器可分为六大部分，即铁心、线圈、油箱、引线、装配和附件。随着变压器的发展，其结构越来越趋于复杂。变压器的品种繁多，结构形式也是千变万化。下面只对电力变压器（图1-6）的结构概况作一介绍，其它杂类变压器其结构形式基本相同。

三、变压器分类

（一）按用途分类

1. 电力变压器：它用作输电和配电。由于发电厂发出的电，在升压变电所用升压变压器（一般升到110千伏，330千伏及500千伏或更高电压）。然后，经过一次变电所的降压变压器，将输来的高压，降低到中压（如66千伏，35千伏）。再送到市区或工矿中心的二次变

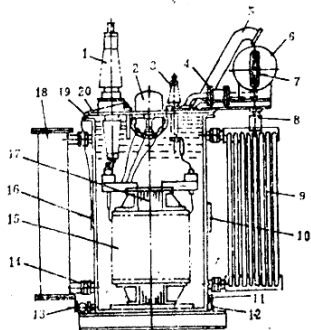


图 1—6 变压器结构简图

- 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—油表；8—吸湿器；9—散热器；10—名牌；
11—接地螺丝；12—油样活门；13—放油阀门；
14—活门；15—线圈；16—信号温度计；17—铁心；
18—净油器；19—油箱；20—变压器油。

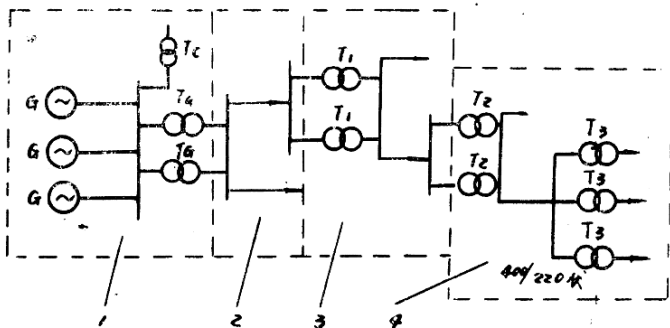


图 1—7 电力网原理图

- 1—电站区；2—高压输电区；3—中压输电区；4—配电区；
G—发电机组；Tc—电站电源变压器；Tg—升压变压器；T₁—降压变压器；
T₂、T₃—配电变压器。

电所进行降压（如 6 千伏；10 千伏）。之后用配电变压器将电压再一次降到所需电压（如 400 伏）。因此，电力变压器的用量很多。见图 1—7。

2. 电炉变压器：这种变压器是给冶炼用的电炉供电的。电炉变压器的特点是二次电压很低（一般有几十伏到几百伏），但电流很大，最大可达几万安。我国电炉变压器一次侧电压 10 千伏或 35 千伏，个别的为 110 千伏级。由于所用电炉的品种不同，又可以分为炼钢炉用、合金炉用、电石炉用和化肥炉用变压器等等。

3. 整流变压器：有些电器设备需要直流供电，如电车、电机车、钢厂的轧机、冶炼厂和化工厂的电解槽等。把交流电变成直流电，需要经过整流器（水银整流器、硅整流器等）进行。供整流器用的电源变压器，称作整流变压器。

4. 工频试验变压器：这种变压器是将普通电源电压升高到数万伏或数十万伏。它用于电器制造厂、发电厂、高压试验室作电机、变压器、开关、电瓷、绝缘材料等电工器材的绝缘耐压试验及高压作用下的物理现象的研究。这种变压器称为工频试验变压器。试验变压器的特点是，二次电压很高，可达1000千伏甚至更高。而电流一般为1至数安。运行时间都是较短的。

5. 矿用变压器：它是用于矿坑的变压器。它的特点要求防尘，防止机械损坏（套管不暴露于外，用电缆输电），用于开采工作面的变压器要防止气体（如甲烷、乙炔等）和粉尘爆炸，也叫防爆变压器。

6. 调压变压器：这种变压器是用于调节电压的，如自耦调压器、移卷（动线圈）调压器，动铁心调压器和饱和电抗器等。

7. 启动变压器：这种变压器用作电机降压启动，一般均为短时（数分钟）进行。

8. 其它特种变压器：如船用变压器、电焊变压器、X光变压器、高频变压器、无线电变压器、换相器、滤波器、互感器……等等。

（二）按容量分类

一般来说，容量为500千伏安及以下的变压器称为小型变压器；630~6300千伏安的变压器称为中型变压器；8000~63000千伏安的变压器称为大型变压器；90000千伏安及以上的称为特大型变压器；

（三）按线圈数量分类

可分为双线圈和三线圈变压器，而三线圈又可分为升压结构和降压结构两种，一般来说升压结构低压线圈在中间，降压结构的中压线圈在中间。

（四）按高压线圈有无电的联系分类

可分为普通电力变压器和自耦变压器。

（五）按变压器调压方式分类

可分为无载调压与有载调压变压器。

（六）按相数分类

可分为单相与三相变压器。

（七）按冷却介质分类

可分为干式变压器、油浸式变压器、充气式变压器、充胶式变压器与填砂变压器等。

（八）按冷却方式分类

可分为自冷式、风冷式、水冷式、强迫油循环式和强迫油循环水冷式。

（九）按所联接发电机的台数分类

可分为双分裂和多分裂变压器。双分裂又可分为沿轴向分裂与沿辐向分裂变压器。

（十）按导线材质分类

有铜线变压器与铝线变压器。

（十一）按中性点绝缘水平分类

有全绝缘变压器和半绝缘变压器。

（十二）按铁心形式分类

有心式变压器和壳式变压器。

四、变压器型号

变压器产品型号，是用汉语拼音的字母及数字组成，每个字母及数字均代表一定意义。