

变电站

调运一体运维技术

BIANDIANZHAN
DIAOYUN YITI YUNWEI JISHU

国网宁夏电力公司培训中心 编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

变电站

调运一体运维技术

国网宁夏电力公司培训中心 编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书依据国家及行业规程和标准系统地阐述了变电站一次设备基本结构原理，继电保护原理，主站和厂站自动化系统，一、二次设备运维和操作中危险点分析与预控，变电站验收和新站投运，事故预想等。

本书可作为变电站运维、电网调控专业岗位职工培训用教材，也可作为电力系统及自动化专业师生的辅助读物。

图书在版编目 (CIP) 数据

变电站调运一体运维技术/国网宁夏电力公司培训中心编. —北京: 中国电力出版社, 2016. 8

ISBN 978-7-5123-9618-0

I. ①变… II. ①国… III. ①变电所-电力系统运行-维修 IV. ①TM63

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 182482 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2016 年 8 月第一版 2016 年 8 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 19.25 印张 503 千字

印数 0001—1500 册 定价 65.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签，刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

编 委 会

主 任 盖新武

副 主 任 施江辉 王波海

委 员 张莉君 尹正伏 杨新勇 姜纪宁

刘岳玲

编写组组长 马全福

编 写 人 员 闫敬东 杨小龙 朱永伟 赵银菊

陈有福 杨 宁 寇会军 马耀东

栗树华 李君宏



前言

经历了 100 多年的发展，电网的规模和结构形态发生了巨大的变化，从最初的局域小规模电网发展到区域中等规模电网，进而发展到今天的跨区域互联大电网。2012 年，我国电网已经基本形成了“西电东送、南北互供、全国联网”的总体格局。到今天，大容量、远距离、特高压输电已经实现，电网覆盖了全国大部分地区，成为世界最大的电网之一。从电网安全稳定运行角度来说，电网调控和变电站运维工作尤为重要。随着国家电网公司“三集五大”体系建设的深化，电网的运维模式发生了很大的变化，各岗位职能进一步优化调整，从事变电运维和电网调控的队伍不断扩大，对从业人员的技能水平有了较高的要求。因此，变电运维和电网调控人员的培训也越来越重要。

本书理论联系实际，以国家和行业标准、规范为依据，以理论为指导，实操为主线。既有理论知识，也有实际操作方法知识。内容涵盖了变电站涉及的一次设备结构原理、继电保护及自动装置、电网运行方式编制、倒闸操作及危险点分析与预控、设备巡视与缺陷分析、自动化系统、事故预想分析以及变电站验收、新建变电站投运等方面技术知识，并针对调度监控员和变电运维员岗位需求，将一、二次设备、继电保护、自动化系统、倒闸操作和危险点分析与预控、设备验收、事故预想分析等内容结合起来，对变电站运维人员以及调度监控人员的培训学习均有较强的指导意义。

本书共分 13 章。第一、四、十章由国网宁夏电力公司培训中心马全福编写；第二章由国网宁夏电力公司培训中心尹正伏编写；第三章由国网宁夏电力公司培训中心闫敬东、杨小龙编写；第五章由国网宁夏电力公司石嘴山供电公司赵银菊编写；第六、七（第十、十一节）、八（第十一节）、九（第十四节）、十二章由国网宁夏电力公司中卫供电公司马耀东、栗树华编写；第七章由国网宁夏电力公司固原供电公司陈有福编写；第八章由国网宁夏电力公司培训中心朱永伟编写；第九章由国网宁夏电力公司

石嘴山供电公司杨宁编写；第十一章由国网宁夏电力公司石嘴山供电公司寇会军编写；第十三章由国网宁夏电力公司检修公司李君宏编写。全书由马全福统稿并担任主编。

在本书的编写过程中，得到了有关方面的大力支持，在此表示衷心的感谢！

由于作者水平有限，书中难免存在不妥之处，敬请读者批评指正。

编者

2016年5月



目录

前言

第一章 变电站一次设备结构原理	1
第一节 变压器	1
第二节 高压断路器	17
第三节 高压隔离开关	26
第四节 互感器	28
第五节 高压成套配电装置	34
第六节 组合电器	36
第七节 变电站直流系统	49
第二章 电气主接线	56
第一节 电气主接线基本要求	56
第二节 单母线接线	57
第三节 双母线接线	59
第四节 一个半断路器 (3/2) 接线	61
第五节 其他接线	62
第六节 系统电气接线	63
第三章 继电保护与自动装置配置及原理	67
第一节 电力系统继电保护配置及运行要求	67
第二节 线路保护	81
第三节 变压器保护	97
第四节 母线保护	104
第五节 自动装置	111
第四章 变电站综合自动化系统	119
第一节 变电站综合自动化概述	119
第二节 系统结构及软硬件配置	119
第三节 支撑平台系统	122
第四节 数据采集与监控系统 (SCADA) 功能	126
第五节 继电保护及故障管理信息功能	131
第六节 综合通信控制系统	133
第五章 电力调度自动化系统	134
第一节 电力调度自动化系统简介	134
第二节 电力调度自动化系统的主要功能及组成	135

第三节	电力调度自动化系统常见问题及处理	142
第四节	电力调度自动化系统的发展趋势	144
第六章	电网运行方式编制	145
第一节	电网运行方式编制原则	145
第二节	年度运行方式编制	146
第三节	季(月)度运行方式编制	149
第四节	特殊运行方式编制	150
第七章	倒闸操作	153
第一节	倒闸操作的基本要求	153
第二节	变压器的操作方法和要求	156
第三节	断路器的操作方法和要求	158
第四节	隔离开关的操作方法和要求	160
第五节	母线的操作方法和要求	161
第六节	继电保护及自动装置的操作要求及技术规定	163
第七节	站用电系统操作要求及技术规定	164
第八节	直流系统操作要求及技术规定	165
第九节	顺控操作方法和要求	166
第十节	电网调度员下令操作原则和要求	167
第十一节	电网监控员的遥控操作原则和要求	170
第八章	变电设备巡视检查及缺陷管理	172
第一节	变电设备巡视的基本要求及规定	172
第二节	变压器巡视与缺陷管理	177
第三节	高压开关设备的巡视和缺陷管理	182
第四节	互感器的巡视和缺陷管理	187
第五节	补偿装置及防雷设备的巡视	190
第六节	母线及引线和绝缘子的巡视	197
第七节	继电保护及自动装置的巡视	199
第八节	站用电系统巡视	200
第九节	防误装置的巡视及维护	202
第十节	辅助设施的巡视及维护	202
第十一节	监控系统的巡视	205
第九章	变电运维危险点分析与预控措施	208
第一节	变压器操作危险点分析与预控	208
第二节	母线倒闸操作危险点分析与预控	209
第三节	断路器操作危险点分析与预控	210
第四节	隔离开关操作危险点分析与预控	211
第五节	电压互感器操作危险点分析与预控	211
第六节	直流回路操作危险点分析与预控	212
第七节	小车断路器操作危险点分析与预控	213

第八节	站用电源操作危险点分析与预控	213
第九节	一次设备清扫维护工作危险点分析与预控	214
第十节	二次设备清扫维护工作危险点分析与预控	215
第十一节	微机五防系统维护工作危险点分析与预控	216
第十二节	设备测温工作危险点分析与预控	216
第十三节	蓄电池清扫维护工作危险点分析与预控	216
第十四节	电网调度员及监控员操作危险点分析与预控	217
第十章	事故预想分析	220
第一节	事故预想概述	220
第二节	电力变压器事故预想	221
第三节	高压断路器事故预想	225
第四节	隔离开关事故预想	226
第五节	互感器事故预想	227
第六节	系统事故预想	228
第十一章	变电站验收	259
第一节	变电站验收大纲编写	259
第二节	变压器验收	259
第三节	断路器(含开关柜)验收	261
第四节	隔离开关验收	263
第五节	互感器验收	264
第六节	直流系统验收	265
第七节	所(站)用电源系统验收	266
第八节	无功补偿装置验收(电容器)	267
第九节	继电保护和二次回路验收	268
第十节	变电站综合自动化系统验收	269
第十一节	GIS组合电器	273
第十二节	电抗器	274
第十三节	避雷器	274
第十四节	母线装置	275
第十五节	接地装置	276
第十二章	新能源发电并网	278
第一节	光伏电站并网	278
第二节	风电并网	282
第十三章	新建变电站的投运	287
第一节	新建变电站的生产准备	287
第二节	新建变电站的验收	289
第三节	新建变电站的启动投运	292
第四节	新建变电站投运后的工程档案资料及备品备件 的交接	295
参考文献	297

第一节 变 压 器

变压器是一种静止的电气设备，属于旋转速度为零的电机。变压器在电力系统中工作时，可将电能由一次侧经电磁能量的转换传输到二次侧，同时根据输配电的需要将电压升高或降低。

一、变压器分类及工作原理

(一) 变压器的分类

根据变压器的用途和结构等特点可分如下几类：

(1) 按用途分：升压变压器（使电力从低压升为高压，然后经输电线路向远方输送）；降压变压器（使电力从高压降为低压，再由配电线路对近处或较近处负荷供电）。

(2) 按相数分：单相变压器，三相变压器。

(3) 按绕组分：单绕组变压器（两级电压的自耦变压器），双绕组变压器，三绕组变压器。

(4) 按绕组材料分：铜线变压器，铝线变压器。

(5) 按调压方式分：无载调压变压器，有载调压变压器。

(6) 按冷却介质和冷却方式分。

1) 油浸式变压器：冷却方式一般为自然冷却，风冷却（在散热器上安装风扇），强迫风冷却（在前者基础上还装有潜油泵，以促进油循环）。此外，大型变压器还有采用强迫油循环风冷却、强迫油循环水冷却等。

2) 干式变压器：绕组置于气体中（空气或 SF_6 气体），或是浇注环氧树脂绝缘。它们大多在配电网中用作配电变压器。

(二) 变压器的工作原理

变压器是基于电磁感应原理工作的。单相变压器的原理图如图 1-1 所示。闭合的铁芯上绕有两个互相绝缘的绕组。其中接入电源的一侧叫一次绕组，输出电能的一侧叫二次绕组。当交流电源电压 u_1 加到一次绕组后，就有交流电流 i_1 通过该绕组并在铁芯中产生交变磁通 Φ 。这个交变磁通不仅穿过一次绕组，同时也穿过二次绕组，两个绕组中将分别产生感应电动势 e_1 和 e_2 。这时若二次绕组与外电路的负载接通，便会有电流 i_2 流入负载，即二次绕组就有电能输出。

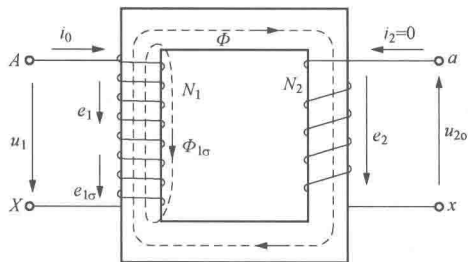


图 1-1 单相变压器原理图

二、变压器结构与器身构造

变压器的基本结构由铁芯、绕组、带电部分和不带电的绝缘部分组成，为使变压器能安全可靠地运行，还需要油箱、冷却装置、保护装置及出线装置等。

变压器结构组成如图 1-2 所示。

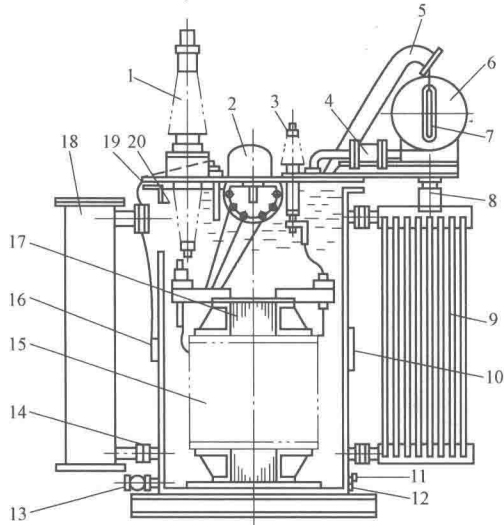


图 1-2 变压器结构组成

- 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（防爆管）；6—储油柜（俗称油枕）；
 7—油表；8—吸湿器（俗称呼吸器）；9—散热器；10—铭牌；11—接地螺栓；12—油样活门；
 13—放油阀门；14—活门；15—绕组（线圈）；16—信号温度计；17—铁芯；
 18—净油器；19—油箱；20—变压器油

铁芯和绕组（及其绝缘与引线）合称变压器本体或器身，它是变压器的核心也是最基本的组成部分，如图 1-3 所示。

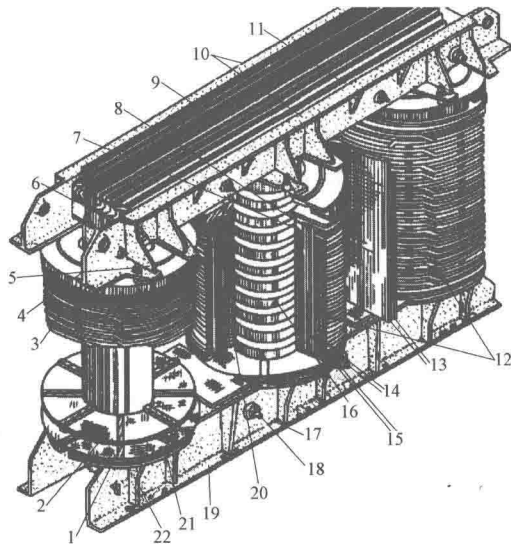


图 1-3 变压器器身结构图

- 1—平衡绝缘；2—下铁轭绝缘；3—压板；4—绝缘纸圈；5—压钉；6—方铁；7—静电环；8—角环；
 9—铁轭；10—上夹件；11—上夹件绝缘；12—高压绕组；13—相间隔板；14—绝缘纸筒；
 15—油隙撑条；16—铁芯柱；17—下夹件腹板；18—铁轭螺杆；19—下夹件下板；
 20—低压绕组；21—下夹件上板；22—下夹件加强筋

（一）铁芯

铁芯是变压器的磁路部分，同时又是套装绕组的骨架。铁芯由铁芯柱和铁轭两部分构成。

铁芯柱上套绕组，铁轭将铁芯柱连接起来形成闭合磁路。铁芯型式有芯式和壳式两种。一般采用芯式结构铁芯。

1. 铁芯结构

(1) 三相三柱式。如图 1-4 所示，它是将 U、V、W 三相的三个绕组，分别套在三个铁芯柱上，三个铁芯柱由上、下铁轭将其连接起来。

(2) 三相五柱式。由于变压器的运输高度会受到限制，当单台制造容量增大时就采用三相五柱式变压器。它是将变压器的上、下铁轭的高度几乎各减去一半，把上、下铁轭中各减去一半的铁磁物质，置于 U、W 两相芯柱的两旁，故称之为旁轭，就成了图 1-5 所示的外形。旁轭仅起着磁路闭合的作用，其功能与上、下铁轭相同，是没有绕组的。

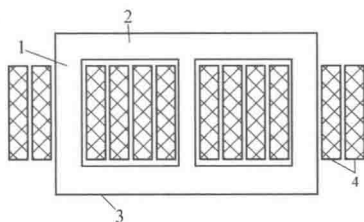


图 1-4 三相三柱式变压器的铁芯和绕组
1—铁芯柱；2—上铁轭；3—下铁轭；4—绕组

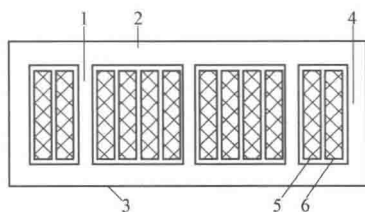


图 1-5 三相五柱式变压器的铁芯和绕组
1—铁芯柱；2—上铁轭；3—下铁轭；4—旁轭；
5—低压绕组；6—高压绕组

2. 铁磁材料

变压器铁芯一般采用高质量、低损耗的晶粒取向冷轧硅钢片，硅钢片为软磁性材料。厚度通常取 0.35mm 和 0.5mm 两种。硅钢片的两面均涂以绝缘漆，这样可使叠装在一起的硅钢片相互之间绝缘。

3. 铁芯截面

(1) 铁芯柱的截面。铁芯柱的截面在容量较小的变压器中是做成正方形或长方形的，如图 1-6 (a) 所示；当容量稍大些时，为了节省材料和充分利用空间，铁芯柱的截面被做成一个外接圆的多级阶梯形，如图 1-6 (b) 所示；随着变压器容量的不断增大，铁芯柱的直径也随之增大，阶梯的级数也随之增加，则可做成如图 1-6 (c) 所示的多级阶梯形截面。

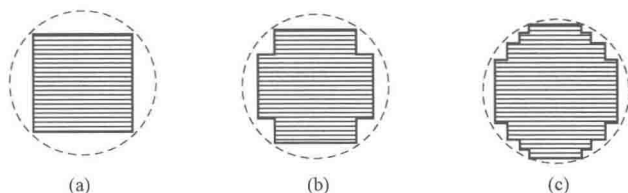


图 1-6 铁芯柱的截面形状
(a) 方形；(b) 十字形；(c) 多级阶梯形

(2) 铁轭的截面。直角接缝的硅钢片中，接缝为 90° ，磁力线由 90° 转到 0° ，该转角处的单位损耗将增大。在斜接缝的硅钢片结构中，如图 1-7 所示，磁力线在接缝转角处，其夹角由 0° 转到 45° ，再由 45° 转到 0° ，且转向所占的区域面积较小，约占整个转角面积的一半。

4. 铁芯接地

变压器在运行中，铁芯以及固定铁芯的金属结构、零件、部件等均处在强电场中，在电场

作用下，具有较高的对地电位。如果铁芯不接地，它与接地的夹件及油箱等之间有电位差存在，会产生断续的放电现象。另外，在绕组的周围具有较强的磁场，铁芯和零部件都处在非均匀的磁场中，它们与绕组的距离各不相等，所以各零部件被感应出来的电动势大小也各不相等，彼此之间也存在着电位差。电位差虽然不大，但也能击穿很小的绝缘间隙，因而也会引起持续性的微量放电。因此，必须将铁芯以及固定铁芯、绕组等的金属零部件可靠接地，使它们与油箱同处于地电位。图 1-8 所示为大型变压器外部接地方式的原理图。

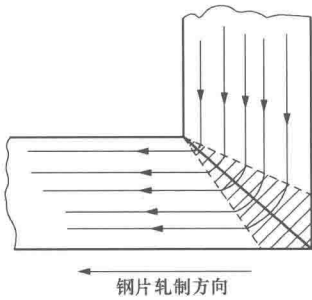


图 1-7 铁芯为斜接缝时磁通在转角处的分布情况

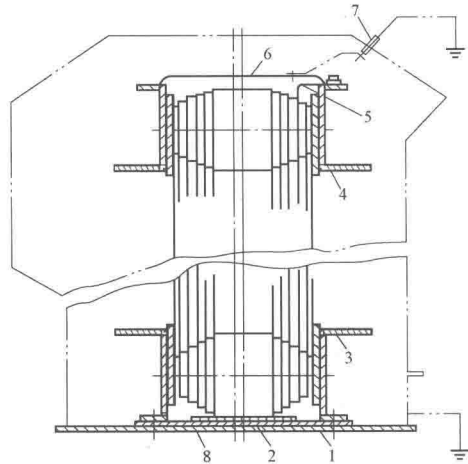


图 1-8 大型变压器外部接地方式的原理图
1—钢垫脚；2—垫脚绝缘；3—下夹件；4—上夹件上铁轭；
5—接地钢片；6—导电带；7—接地套管；8—箱壳底板

为了避免结构件电位悬浮引起的放电，铁芯必须接地。铁芯磁路部分接地线通过箱盖上的套管一点引出，并通过铜母线引至油箱下部与接地板连接。

(二) 绕组

绕组是变压器的电路部分，一般采用无氧铜导线绕制。绕组采用同心式，指在铁芯柱的任一横断面上，绕组都是以同一圆心的圆筒形套在铁芯柱的外面。一般情况下总是将低压绕组放在靠近铁芯处，将高压绕组放在外面。高压绕组与低压绕组之间，以及低压绕组与铁芯柱之间，都必须留有一定的绝缘间隙和散热通道（油道），并用绝缘纸筒隔开。

同心绕组按其结构不同可分为下列几种基本形式：

1. 圆筒形绕组

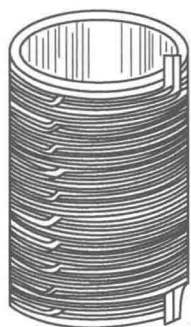
圆筒形绕组是一个圆筒形螺旋体，其线匝是用扁线彼此紧靠着绕成的，如图 1-9 所示。通常绕成双层圆筒。圆筒形绕组一般多用在电压等级为 3~35kV、变压器容量为 250~630kVA 的高压绕组中，而低压绕组中很少用。

2. 螺旋形绕组

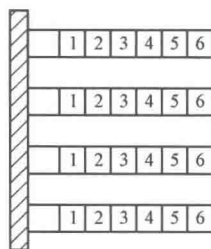
螺旋形绕组如图 1-10 所示。螺旋形绕组每匝并联导线的数量较多，而且是沿径向一根压着一根地叠起来绕。图 1-10 (a) 所示为螺旋形绕组绕成后的外形。当螺旋形绕组并联导线更多时（例如 12 根），就把并联导线分成两组并排来绕，这样就绕成了双层螺旋，图 1-10 (a) 所示的即为双层螺旋。螺旋绕组一般适用于容量为 800kVA 以上、电压为 35kV 及以上的变压器中。图 1-10 (b) 所示是螺旋形绕组导线匝间排列的一部分（只拿出其中 4 匝，每匝有 6 根导线并联，把 6 根并联的导线绕成一个螺旋），各个螺旋不是像圆筒形绕组那样彼此紧靠着，而是中间隔着一个沟道。



图 1-9 双层圆筒形绕组



(a)



(b)

图 1-10 螺旋形绕组

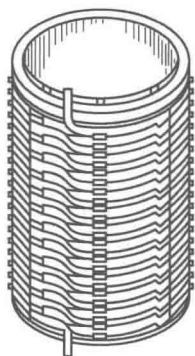
(a) 外形图; (b) 绕组剖面导线的排列

3. 连续式绕组

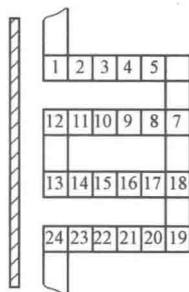
连续式绕组是没有焊接头的,用扁线绕制。图 1-11 (a) 为绕组的外形,如果导线截面较大,可以用几根导线并联绕,一般不超过 4 根。一般多用在 3~110kV、三相容量在 630kVA 以上的三相变压器中。导线的匝间排列如图 1-11 (b) 所示,是经过特殊的绕制工艺绕成的。从一个线饼(也称线段)到另一个线饼,其接头交替在绕组的内侧和外侧,但都是用绕制绕组的导线自然连接,所以没有任何接头,这是连续式绕组的主要优点。

4. 纠结式绕组

图 1-12 所示为普通纠结式绕组绕制的次序,它用两根导线进行并绕,两个线饼成对地绕。然后按照图中所示的次序将两个线饼串联起来,成为一个单回路线圈。图中编号 10 和 11 连接起来,称为纠位线;编号 5 和 6、15 和 16 在绕的撑条附近连接起来,称为底位线;编号 20 作为与下对线饼相连接用,称为连线。



(a)



(b)

图 1-11 连续式绕组

(a) 外形图; (b) 绕组纵剖面导线的匝间排列

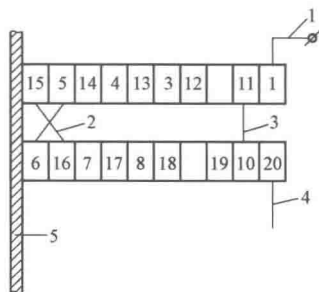


图 1-12 普通纠结式绕组绕制次序

1—引出线; 2—底位线; 3—纠位线; 4—连接线; 5—纸板撑条

纠结式绕组与连续式绕组相比,其饼间的等值电容大大增加。饼间电容增大后,绕组的冲击特性有了显著改善。一般用于三相容量 6300kVA 以上、电压 220kV 以上的变压器绕组中。

5. 绕组散热油道

为了使绕组有效地散热,绕组设有散热油道,大致有以下三种。

(1) 自然循环冷却。对双层圆筒形绕组，在其内外层之间用木夹条或绝缘纸板做成的撑条垫隔开来，以构成纵向油道。对线饼式绕组，例如螺旋形、连续式、纠结式等绕组，每两个线饼之间也用绝缘纸板隔开，构成了横向油道。纵向和横向油道是互相沟通的。在运行中热油上升至变压器顶部后，流向散热管（器），在散热管（器）中热油得到冷却。冷油在散热管（器）内下降，流入变压器的底部，进行油流的补充。冷油使铁芯和绕组得到冷却，油温重新上升，热油再次上升至变压器的顶部。

(2) 强迫油循环冷却。对大型变压器大多采用强迫油循环冷却，它是依靠油泵的压力，强迫循环冷却，冷却效果大大地改善。但这种冷却方式没有充分利用油泵加压的有利条件，油在绕组内的循环是没有一定路线的，仍然是按照自然阻力无定向地循环，因此，冷却效果不是最理想的。

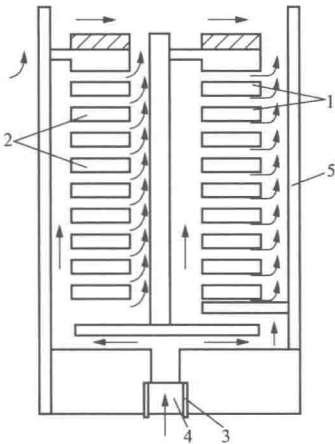


图 1-13 双绕组变压器强迫油循环导向冷却示意图

1—一次绕组；2—二次绕组；3—绝缘纸板油管；4—钢油管；5—高压绕组围屏

(3) 强迫油循环导向冷却。图 1-13 为双绕组变压器强迫油循环导向冷却示意图，从图中可见，压力油在各绕组之间有各自的流通过程，绕组中有纵向和横向油道，压力油在油道中沿着图中箭头所示的路线有规律地定向流动，保证所有的绕组都有低温冷却油流过，把热量带走，使绕组得到有效冷却，冷却效果是比较理想的。因此，目前大型变压器几乎都采用强迫油循环导向冷却的方式。

(三) 绝缘

1. 绝缘等级

绝缘材料按其耐热程度可分为 7 个等级，它们的最高允许温度也各不相同。一般情况下，所有绝缘材料应能在耐热等级规定的温度下长期（15~20 年）工作，保证电机或电器的绝缘性能可靠并在运行中不会出现故障。

各级绝缘材料通常有：

(1) Y 级绝缘材料：棉纱、天然丝、再生纤维素为基础的纺织品，纤维素的纸、纸板、木质板等。

(2) A 级绝缘材料：经耐温达 105℃ 的液体绝缘材料浸渍过的棉纱、天然丝、再生纤维素等制成的纺织品，浸渍过的纸、纸板、木质板等。

(3) E 级绝缘材料：聚酯薄膜及其纤维等。

(4) B 级绝缘材料：以云母片和粉云母纸为基础的材料。

(5) F 级绝缘材料：玻璃丝和石棉及以其为基础的层压制品。

(6) H 级绝缘材料：玻璃丝布和玻璃漆管浸以耐热的有机硅漆。

(7) C 级绝缘材料：玻璃、电瓷、石英等。

纯净的变压器油的抗电强度可达 200~250kV/cm，比空气的高 4~7 倍。因此用变压器油作绝缘可以大大缩小变压器体积。此外，油具有较高的比热和较好的流动性，依靠对流作用可以散热，即具有冷却作用。

2. 绝缘结构

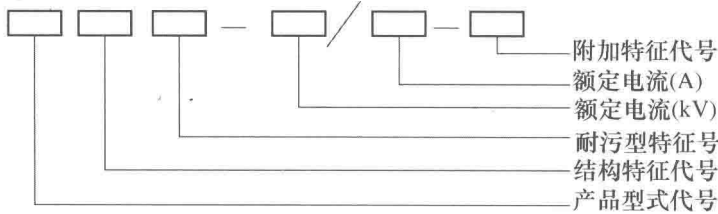
变压器的绝缘分为外绝缘和内绝缘两种：外绝缘指的是油箱外部的绝缘，主要是一、二次绕组引出线的瓷套管，它构成了相与相之间和相对地的绝缘；内绝缘指的是油箱内部的绝缘，主要是绕组绝缘和内部引线的绝缘以及分接开关的绝缘等。

(1) 绕组绝缘。绕组绝缘又可分为主绝缘和纵绝缘两种。主绝缘指的是绕组与绕组之间、

绕组与铁芯及油箱之间的绝缘；纵绝缘指的是同一绕组匝间以及层间的绝缘。

(2) 绝缘套管。变压器套管是变压器箱外的主要绝缘装置，变压器绕组的引出线必须穿过绝缘套管，使引出线之间及引出线与变压器外壳之间绝缘，同时起固定引出线的作用。因电压等级不同，绝缘套管有纯瓷套管、充油套管和电容套管等形式。

绝缘套管的型号说明如下所示：



1) 40kV 及以下变压器用套管。40kV 及以下变压器用套管是以瓷或主要以瓷作为内外绝缘的套管，由瓷套、导电杆和有关零件构成，分为复合瓷绝缘式套管、单体瓷绝缘式套管和有附加绝缘的套管三种类型。

复合瓷绝缘式套管简称为复合式套管，结构如图 1-14 所示。套管由上瓷套和下瓷套组成绝缘部分，上瓷套作为径向绝缘和气侧轴向绝缘，下瓷套作为油侧轴向绝缘（对于油浸式变压器），导电杆穿过瓷套的中心，并利用导杆下端焊上的定位件和上端的螺母将上、下瓷套串压在变压器箱盖上。

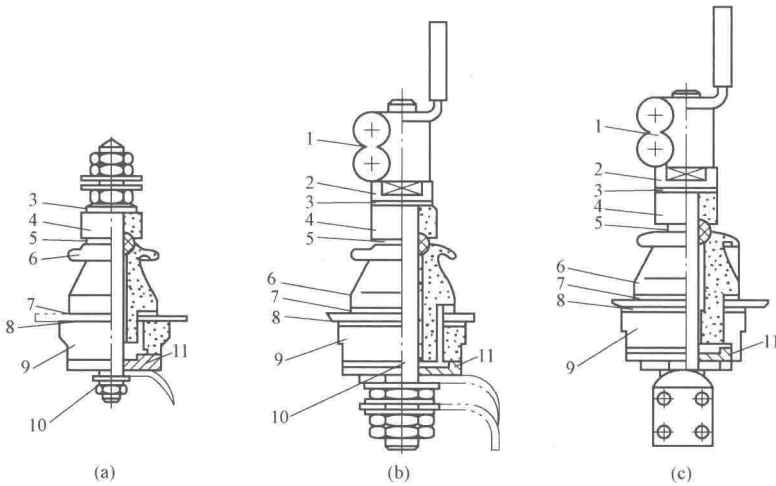


图 1-14 复合瓷绝缘式套管

(a) 用于 600A 及以下；(b) 用于 800~1200A；(c) 用于 2000~3000A

1—接线头；2—圆螺母；3—衬垫；4—瓷盖；5—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

单体瓷绝缘式套管分导杆式和穿缆式两种，其结构如图 1-15 所示。单体瓷绝缘只有一个瓷套，瓷套中部有固定台以便卡装在变压器箱盖上。瓷套上部如额定电压为 10kV 及以下时有 2 个瓷伞。穿缆式瓷套的上部有一固定槽，而导杆式瓷套的下部有一固定槽，以便卡入电缆接头的凸台和导电杆下端定位件，使连接引线时，电缆接头和导电杆不致转动。

有附加绝缘的套管就是单体瓷绝缘式套管上增加了绝缘而形成，故亦可称为有附加绝缘的单体瓷绝缘套管，也分导杆式和穿缆式两种，其结构如图 1-16 所示。

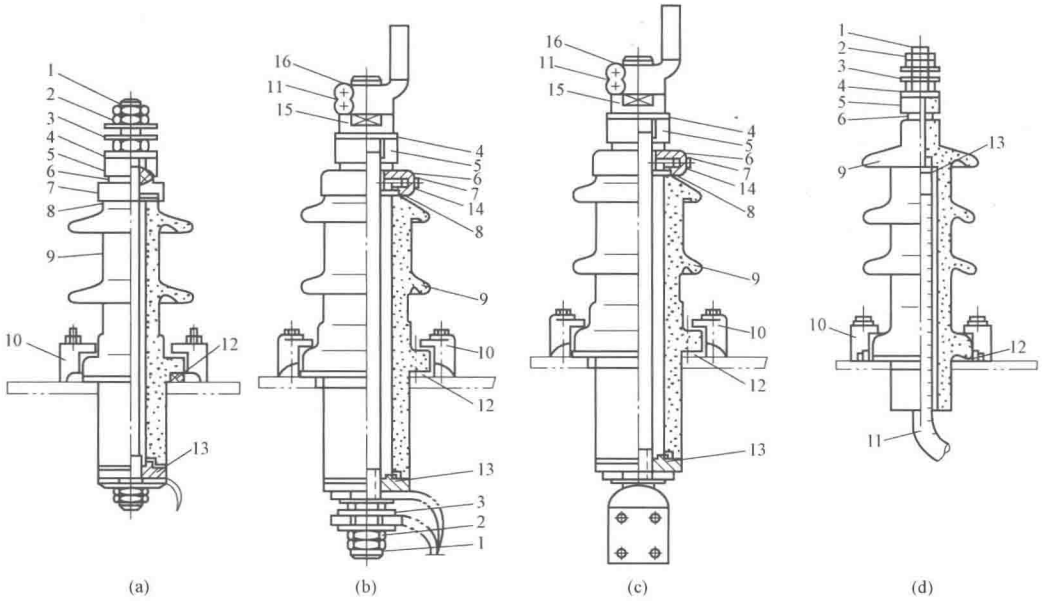


图 1-15 单体瓷绝缘式套管

(a) 用于 400~600A; (b) 用于 800~1000A; (c) 用于 1200~4000A; (d) 用于 50~275A

1—导电杆 (或电缆接头); 2—螺母; 3—垫圈; 4—衬垫; 5—瓷盖; 6—封环; 7—罩; 8—密封垫圈; 9—瓷套;
10—压钉; 11—电缆; 12—密封垫圈; 13—衬垫; 14—放气塞; 15—圆螺母; 16—接线头

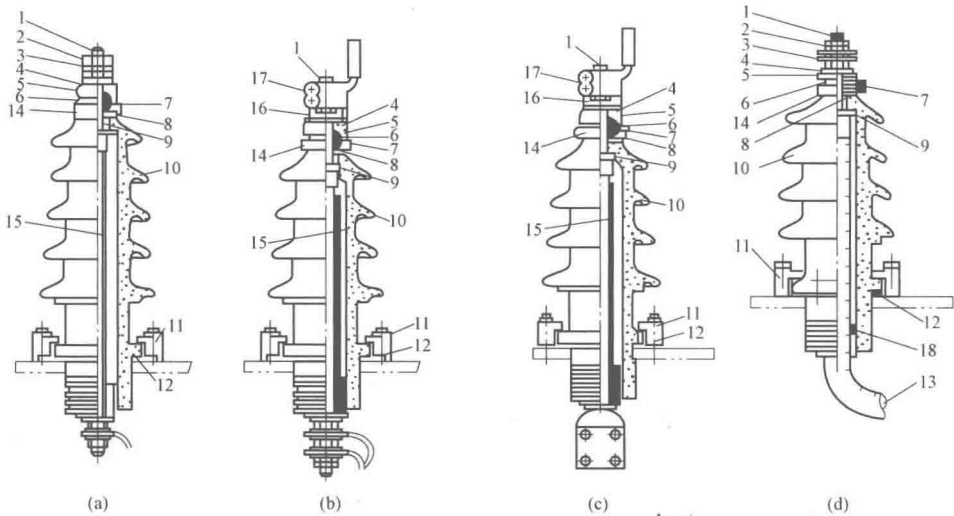


图 1-16 有附加绝缘的套管

(a) 用于 300~600A; (b) 用于 800~1000A; (c) 用于 1200~3000A; (d) 用于 35~400A

1—导电杆; 2—螺母; 3—垫圈; 4—衬垫; 5—瓷盖; 6—封环; 7—放气塞; 8—密封垫圈; 9—衬垫;
10—瓷套; 11—压钉; 12—密封垫圈; 13—加强绝缘的电缆; 14—罩; 15—绝缘管;
16—圆螺母; 17—接线头; 18—绝缘环

由于单体瓷绝缘套管的径向电场不均匀, 瓷套的介电系数大, 而空气或变压器油介电系数小, 电位主要分布在空气或变压器油上, 而绝缘性能好的瓷套上电位则很小。为了改善电位的分布, 在导电杆外面套有绝缘管或电缆上包以 3~4mm 厚电缆纸以加强绝缘, 有了这样的附加