

32

常用电气设备 故障诊断技术手册

阎士琦 编



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本手册是为了满足广大电气专业的工人、工程技术人员及管理人员正确、合理地掌握电气设备故障诊断与处理方法的需要而编写的。主要内容包括：

配电变压器运行与故障诊断；配电线路故障诊断；高压电器运行与故障诊断；低压电器运行与故障诊断；电气照明运行与故障诊断；电工仪表的使用与故障诊断；配电装置故障诊断；电动机运行与故障诊断；三相异步电动机控制线路故障诊断；并联电容器故障诊断；水泵故障诊断；起重设备故障诊断；焊接设备故障诊断；机床电气设备故障诊断；常用电动工具故障诊断；电梯故障诊断；常用家电故障诊断；电工材料；电气安全；电工学基础知识。

本手册可供城市、工厂、企业、乡镇供电所的高低压电工，电气设备维修人员使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

常用电气设备故障诊断技术手册/阎士琦编. - 北京: 中国电力出版社, 2002

ISBN 7-5083-0908-1

I. 常… II. 阎… III. ①电气设备-故障诊断-技术手册 ②电气设备-故障修复-技术手册 IV. TM07-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 002436 号

中国电力出版社出版、发行

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

实验小学印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2002 年 5 月第一版 2002 年 5 月北京第一次印刷
787 毫米×1092 毫米 16 开本 37 印张 845 千字

印数 0001—3000 册 定价 68.00 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)

随着现代化建设事业的飞跃发展,各种电气设备的应用范围已普及到城市和乡村的各个领域,由于对电气设备操作不当或失误造成的电气设备故障极为普遍,造成极大损失,因此电气设备的故障诊断与处理方法越来越引起人们的重视。

为了使广大从事电气专业的工人、工程技术人员及管理人员能合理、正确地掌握电气设备故障诊断与处理方法和安装检修质量标准,确保电气设备安全可靠运行;同时为了使电气操作人员能够正确地操作电气设备,减少各类电气故障造成的损失,不断提高经济效益,为此编写了《常用电气设备故障诊断技术手册》。

本手册具有以下特点:

(1) 新颖。本手册所引用的技术标准,采用了最新的国家标准及部颁标准,编写中尽可能搜集和采用最新技术资料,同时,考虑到故障诊断的需要,也介绍了目前常用的老型号产品。

(2) 全面。本手册内容包括城市、农村、工厂、企业各种常用电气设备,能满足广大电气工作者的需要。

(3) 实用。易学、易用、易操作,是本手册的编写原则;本手册在编排上尽量做到图表化,简明扼要、一目了然,便于读者查阅。

本手册编写过程中得到不少单位和同志的大力支持和协助,孙成宝同志审阅了全稿,提出很多宝贵建议,赵明同志给予大力帮助,在此表示诚挚的感谢。

由于编者水平有限,时间仓促,错误和不当之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

编者

2001.12

前言

第一章

配电变压器运行与故障诊断 1

- 第一节 配电变压器结构 1
- 第二节 配电变压器的运行与维护 7
- 第三节 变压器检修工艺和质量要求 12
- 第四节 电压互感器运行与维护 23
- 第五节 电流互感器运行与维护 25
- 第六节 配电变压器故障诊断 27

第二章

配电线路故障诊断 30

- 第一节 配电线路的结构 30
- 第二节 配电线路故障诊断 38
- 第三节 电力电缆线路故障诊断 45

第三章

高压电器运行与故障诊断 55

- 第一节 高压电器的结构 55
- 第二节 高压电器运行与维护 67
- 第三节 高压电器故障诊断 78

第四章

低压电器运行与故障诊断 116

- 第一节 刀开关运行与故障诊断 119
- 第二节 低压熔断器运行与故障诊断 122
- 第三节 低压断路器运行与故障诊断 126
- 第四节 交流接触器运行与故障诊断 133
- 第五节 热继电器运行与故障诊断 139
- 第六节 起动器运行与故障诊断 142
- 第七节 控制继电器运行与故障诊断 146
- 第八节 真空接触器运行与故障诊断 149
- 第九节 其他低压电器运行与故障诊断 152

第五章

电气照明运行与故障诊断 161

- 第一节 照明装置的巡视与检查 161
- 第二节 电气照明故障诊断 162

第六章

电工仪表的使用与故障诊断 172

- 第一节 电压表、电流表使用与故障诊断 172
- 第二节 接地电阻测量仪和兆欧表故障诊断 182

目 录

第三节	功率因数表、功率表故障诊断	188
第四节	感应式电能表运行与故障诊断	191
第五节	万用表的使用与故障诊断	194
第六节	电桥的使用与故障诊断	206

第七章 配电装置运行与故障诊断

第一节	配电装置的一般要求	212
第二节	高压配电装置运行与故障诊断	215
第三节	低压配电装置运行与故障诊断	216
第四节	变配电所运行与故障诊断	220

第八章 电动机运行与故障诊断

第一节	三相异步电动机运行与故障诊断	236
第二节	农用潜水泵三相异步电动机运行与故障诊断	254
第三节	单相小功率异步电动机运行与故障诊断	257

第九章 三相异步电动机控制线路故障诊断

第一节	电动机控制线路故障诊断的要求	263
第二节	三相异步电动机单向起动控制线路故障诊断	265
第三节	三相异步电动机正反向起动控制线路故障诊断	267
第四节	三相异步电动机限位控制线路故障诊断	275
第五节	三相异步电动机自动往返循环运动控制线路故障诊断	278
第六节	三相异步电动机星—三角起动控制线路故障诊断	281

第十章 并联电容器故障诊断

第一节	并联电容器的应用	288
第二节	并联电容器的运行与维护	295
第三节	并联电容器故障诊断	298

第十一章 水泵故障诊断

第一节	水泵的种类和型号	300
第二节	水泵的基本结构参数	302
第三节	水泵性能	321
第四节	水泵用电动机与其他附属装置	322
第五节	水泵故障诊断	325

第十二章 起重设备故障诊断

第一节	电动葫芦起重机电气线路故障诊断	336
第二节	桥式起重机整机电气线路故障诊断	338

第十三章 焊接设备故障诊断 355

- 第一节 电焊机的分类 355
- 第二节 对电弧焊电源的要求 356
- 第三节 交流弧焊机 357
- 第四节 直流弧焊发电机 368

第十四章 机床电器设备故障诊断 379

- 第一节 机床电器设备的检查及安全措施 379
- 第二节 机床电器设备故障诊断方法 380
- 第三节 常用机床电器设备故障诊断 388

第十五章 常用电动工具故障诊断 402

- 第一节 电动工具基础知识 402
- 第二节 电钻使用及故障诊断 407
- 第三节 冲击钻使用及故障诊断 412
- 第四节 电圆锯使用及故障诊断 414
- 第五节 混凝土振动器使用及故障诊断 417

第十六章 电梯故障诊断 421

- 第一节 电梯维修安全注意事项 421
- 第二节 电梯故障诊断 422

第十七章 常用家电故障诊断 426

- 第一节 电风扇故障诊断 426
- 第二节 电暖器故障诊断 431
- 第三节 电热毯故障诊断 434
- 第四节 排油烟机故障诊断 435
- 第五节 电饭锅故障诊断 437
- 第六节 电热水器故障诊断 440
- 第七节 其他家用电器故障诊断 441

第十八章 电工材料 452

- 第一节 导电材料 452
- 第二节 绝缘材料 463
- 第三节 磁材料和电热材料 483
- 第四节 其他材料 490

第十九章 电气安全 495

- 第一节 电气安全的基本规定 495

第二节	安全用电装置	500
第三节	安全用具	513
第四节	电气安全措施	514
第五节	电工安全作业	516
第六节	电气防火和防爆	518
第七节	触电防范与现场急救	522

第二十章 电工学基础知识 530

第一节	电工常用定律	530
第二节	电工常用计算公式	533
第三节	常用计量单位	540
第四节	常用电气图形符号和文字符号	542

第二十一章 变配电设备典型故障诊断 547

第一节	断路故障诊断	547
第二节	错接线故障诊断	569
第三节	短路故障诊断	580

参考文献	584
------------	-----

配电变压器运行与故障诊断

了解配电变压器的具体结构，是学习它的检修工艺的基础。

第一节 配电变压器结构

变压器的关键部件是铁芯和一、二次绕组构成的器身。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典型例子，具体地介绍配电变压器各部分结构。

一、总体结构

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。

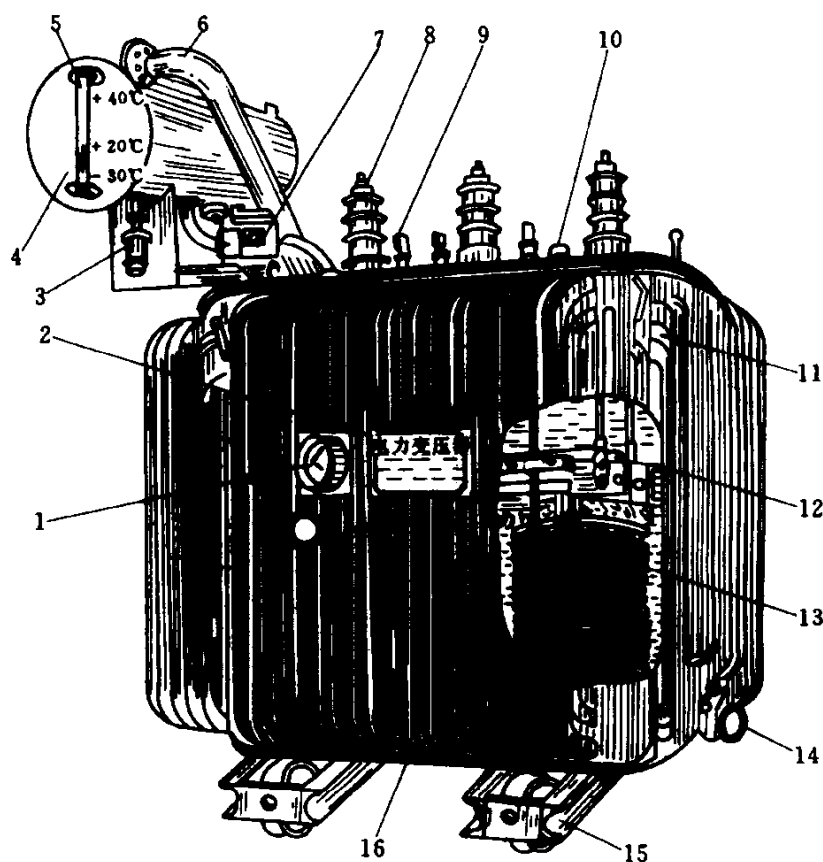


图 1-1 油浸式配电变压器

- 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—绕组及绝缘；14—放油阀门；15—小车；16—引线

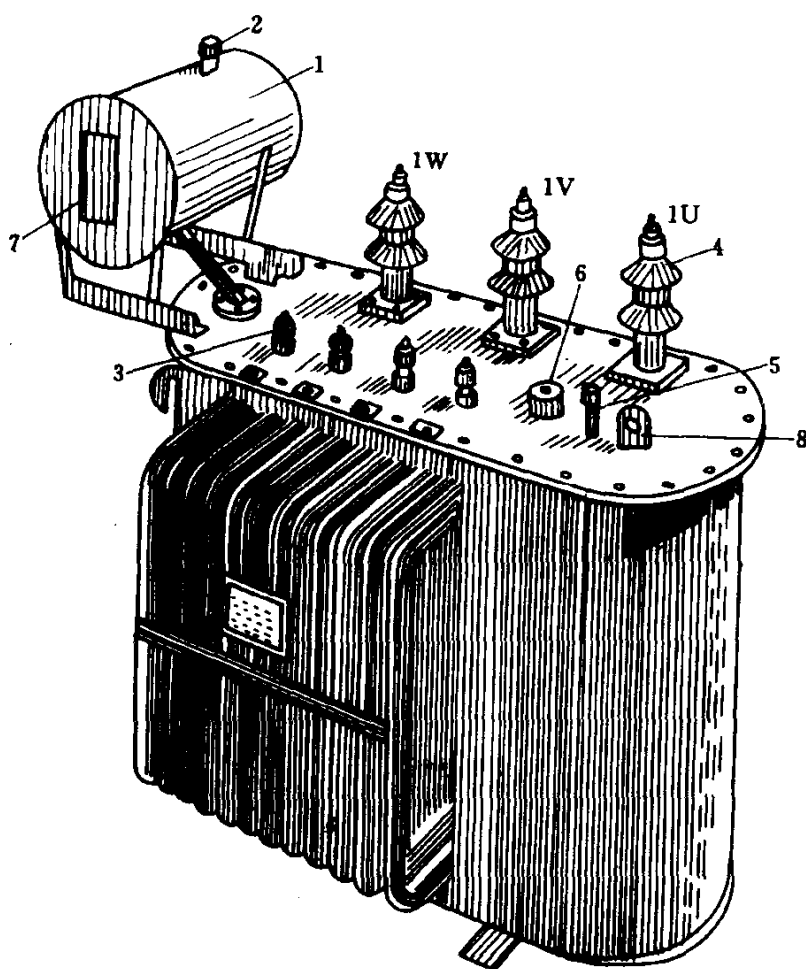


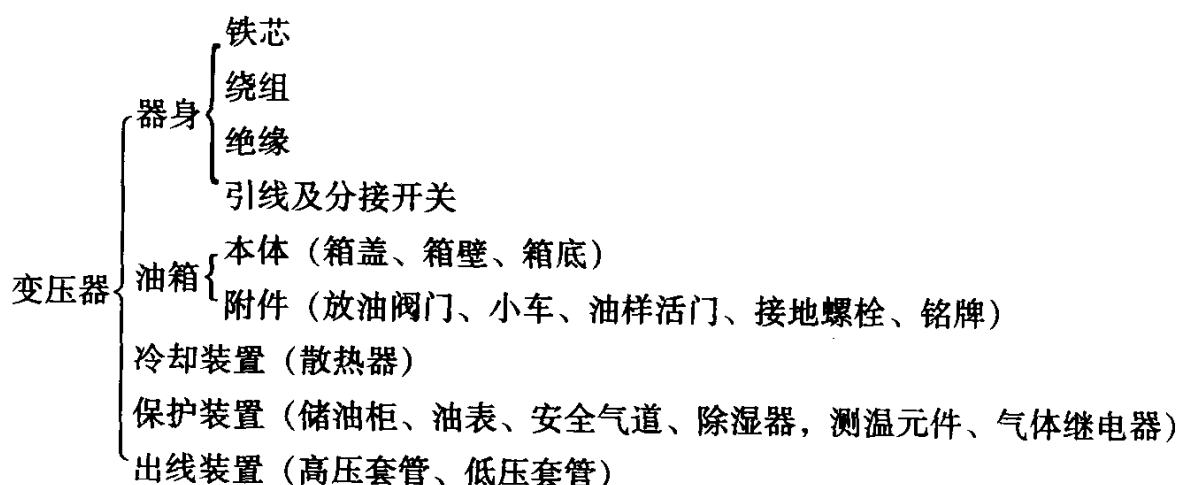
图 1-2 小容量油浸式配电变压器

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

为了看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。变压器绕组的出线分别由高、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）、除湿器（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、除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。综上所述，油浸式配电变压器的结构可归纳如下：



下面分别介绍配电变压器的各组成部分结构概况。

二、器身

图 1-3 是油浸式配电变压器器身装配后的外观。它主要由导磁的铁芯和导电的绕组两大部分组成。在铁芯和绕组之间、高低压绕组之间及绕组中各匝之间，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，把高低压绕组套在各相芯柱上，就装配出了器身。

绕组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、高压绕组；

- (4) 逐片嵌回上铁轭硅钢片；
- (5) 用上夹件夹紧。

配电变压器绕组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。配电变压器绕组都采用圆筒式绕法。圆筒式绕组结构见图 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 1-5 (a)]；高压绕组用圆导线绕成多层 [图 1-5 (b)]。绕制时，在绕组某些层间用绝缘撑条垫入构成油道；低压绕组与铁芯

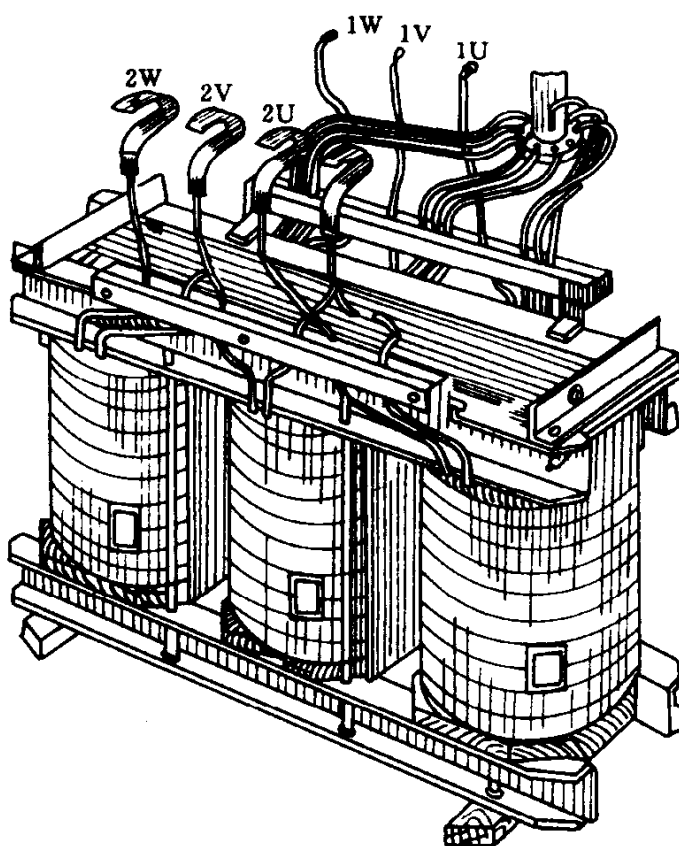


图 1-3 配电变压器器身

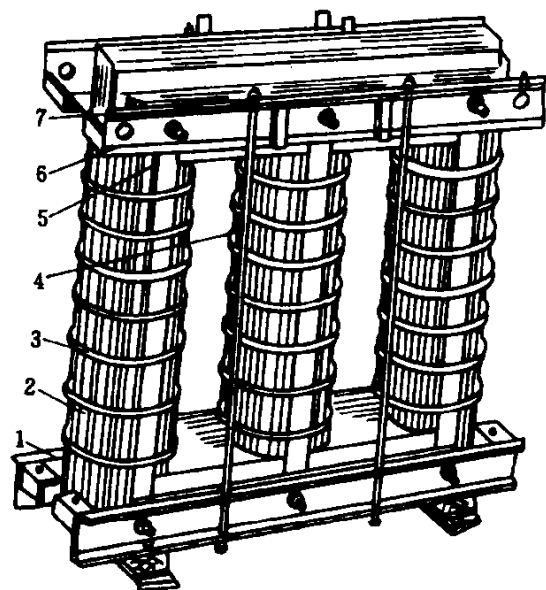


图 1-4 三相三柱式铁芯

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

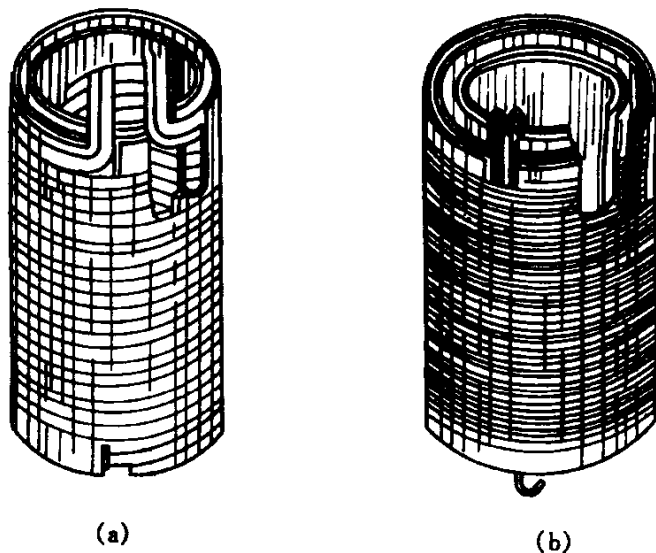


图 1-5 圆筒式绕组

(a) 扁导线绕成的双层绕组；
(b) 圆导线绕成的多层绕组

之间、高低压绕组之间也有相应的油道。

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，如图 1-6 所示。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。变压器器身用螺栓固定在箱底上，箱盖和箱壁制成一体，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。

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

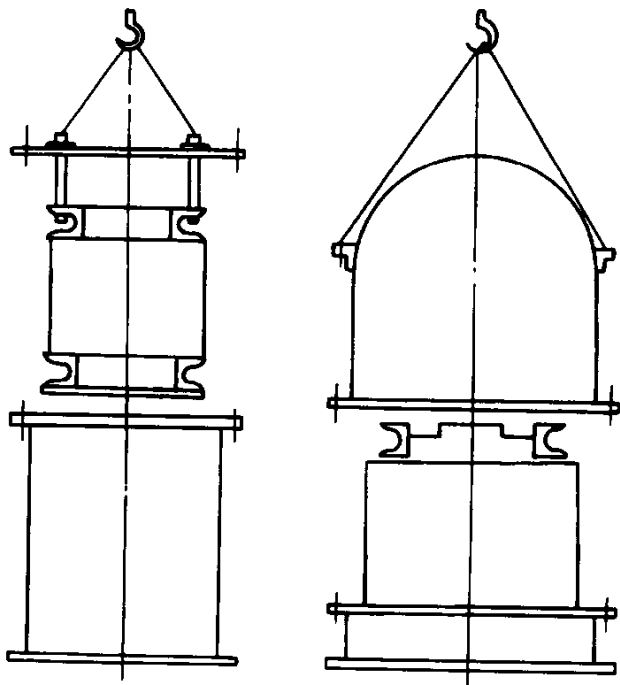


图 1-6 变压器油箱

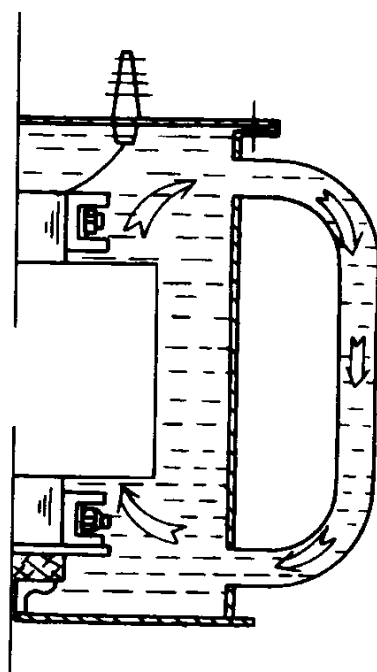


图 1-7 变压器油自然循环途径

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、呼吸器及气体继电器等。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。

呼吸器又称为除湿器，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呼吸器与大气交换，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，造成变压器油气流涌过气体继电器，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

变压器绕组的高低压出线，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 1-9 (a) 中套管上部采用杆式接线，下部用一片软铜皮连接，适用于工作电流不大于 600A 时；图 1-9 (b) 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 1-9 (c) 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

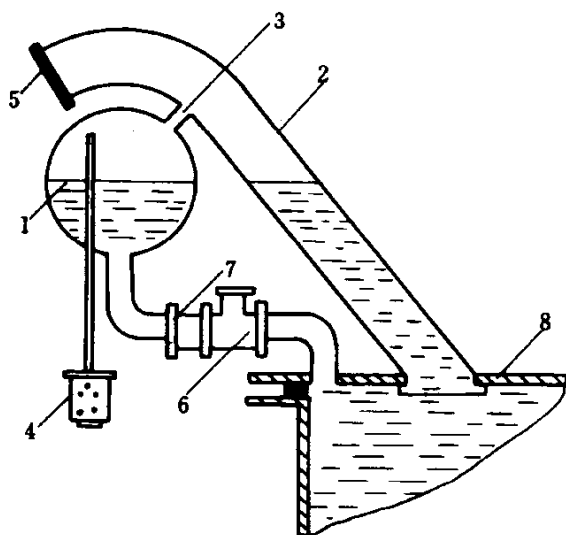


图 1-8 变压器保护装置的设置

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

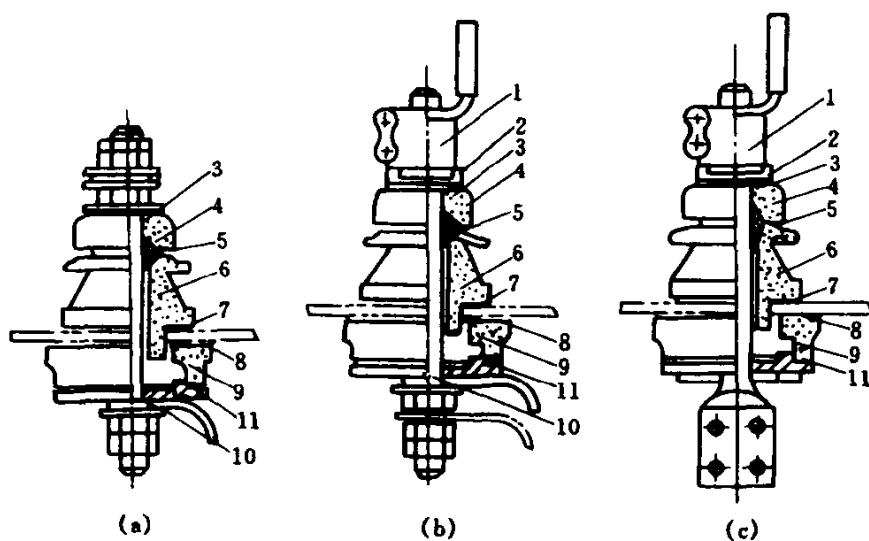


图 1-9 复合瓷绝缘套管

(a) $\leq 600\text{A}$; (b) $800 \sim 1200\text{A}$; (c) 3000A

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—下瓷套管; 10—导电杆; 11—纸垫圈

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。

(四) 无载调压开关

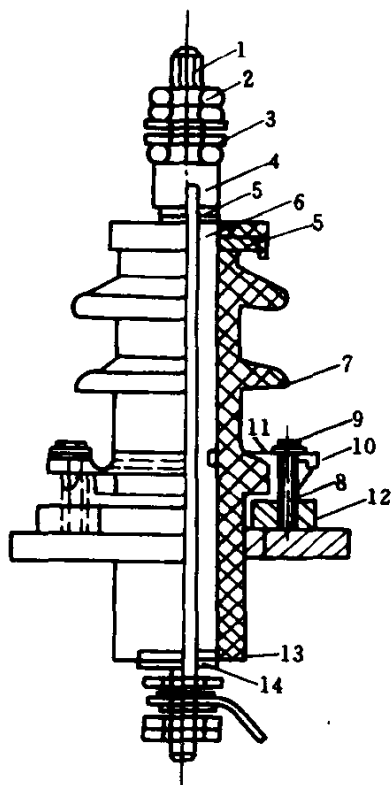


图 1-10 单体绝缘瓷套管

1—导电杆; 2—螺母; 3—垫圈; 4—铜套;

5—衬垫; 6—瓷盖; 7—瓷伞; 8—螺杆;

9—螺母; 10—夹持法兰; 11—压钉;

12—钢板; 13—绝缘垫圈; 14—铜垫圈

无载调压开关又称分接头开关, 电网中各点电压有高有低, 为了适应电网电压的变化, 使处于不同地点的变压器的输出电压符合电压质量标准, 配电变压器在其三相高压绕组末端与额定电压所对应的匝数及其相差 $\pm 5\%$ 的位置分别引出三个端头, 接在同一个旋转开关上, 如图 1-11 所示。用转换开关变换抽头的连接, 改变一、二次线匝数比, 从而调整输出电压, 调整范围为额定电压的 $\pm 5\%$ 。操作无载调压开关时, 应在高、低压两侧绕组都与电网断开的情况下进行。如果操作时不与电网断开, 在抽头分接的瞬时绕组突然断开 (开路),

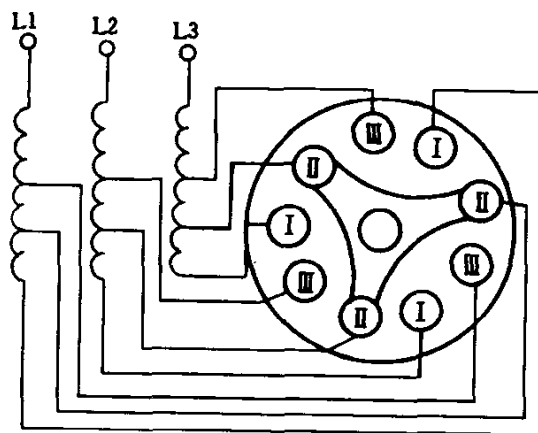


图 1-11 变压器无载调压开关

可能产生很高的感应电动势，危及设备和操作人员的安全。

变压器分接开关的作用是改变变压器绕组的匝数比，以达到改变电压的目的。调整分接开关的位置时，应注意以下几点：

(1) 先将无载分接开关的止动销钉拧开或将螺钉旋动，再转动手柄，直到手柄上的指针与位置的标志相重合，并以此位置为中心多次来回转动，以便消除触头上的氧化膜和油污。然后待定位销落于相应分接位置的孔中，分接开关的接触部分才能达到准确位置。

(2) 在确认分接开关位置正确并锁紧，测量绕组的直流电阻合格后，才能将变压器投入运行。

(3) 分接开关位置应记录在记录簿内。

第二节 配电变压器的运行与维护

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。气温最高的季节对不小于 200kVA 的配电变压器，应选择有代表性的一台进行昼夜 24h 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，铁芯和绕组振动造成的。若变压器内有某种缺陷或故障，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。对应绕组和铁芯绝缘有击穿点的情况。

变压器以外的其他电路故障，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 1-1，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。

表 1-1

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 $20 \sim 40^{\circ}\text{C}$ 时比重不超过	0.895	—
2	在 50°C 时粘度（恩格勒）不超过	1.8	—
3	闪光点（ $^{\circ}\text{C}$ ）不低于	135	不比新油降低 5°C 以上
4	凝固点（ $^{\circ}\text{C}$ ）不高于	-25	—
5	机械混合场	无	无
6	游离碳	无	无
7	灰分不超过（%）	0.005	0.01
8	活性硫	无	无
9	酸价（ KOHmg/g 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（ KOHmg/g 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 $6 \sim 35\text{kV}$ 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

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
14	水分	无	无
15	在 +5℃ 时的透明度 (盛于试管内)	透明	透明
16	$\lg\delta$ 和体积电阻 (如果浸油后的变电器 $\lg\delta$ 和 C_2/C_3 值增高, 则应进行测量) (1) 在 20℃ 时 $\lg\delta$ 不超过 (2) 在 70℃ 时 体积电阻	1 4	2 7 无规定值, 但应与最初值进行比较

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:

(1) 对容器要求。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) 取油样方法, 如图 1-12 所示, 先不用容器, 打开阀门 2, 把变压器箱底污油放掉。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, 变压器负载越大, 绕组中流过的工作电流越大, 发热越剧烈, 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℃。运行中, 可通过温度计测取上层油温。若小型配电变压器未设专门的温度计, 也可用水银温度计贴在变压器油箱外壳上测温, 这时允许温度相应为 75 ~ 80℃。

如果发现运行温升过高, 原因可能是变压器内发热加剧 (过负荷或内部故障), 也可能是变压器散热不良, 需区别情况加以处理。其中, 变压器的负荷状况和发热原因可根据电流表、功率表等表计的读数来判断, 如果表计读数偏大, 发热可能是过负荷引起; 如果表计正常, 变压器温度偏高且稳定, 则可能是散热不良引起; 如果表计、环境温度都和以前相同, 油温高于过去 10℃ 以上并持续上升, 则可能是变压器内部故障引起, 需迅速退出运行、查明原因、进行修理。

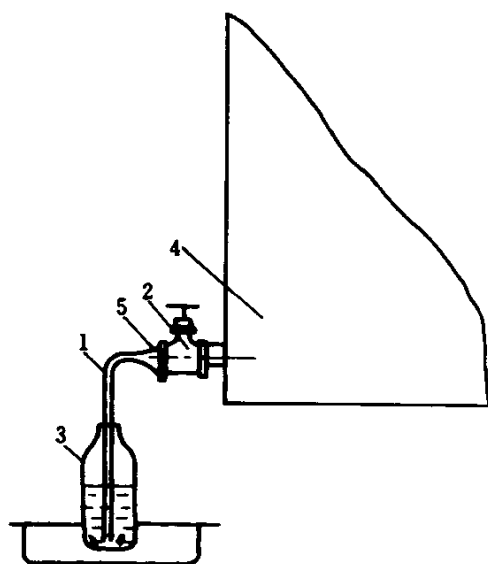


图 1-12 溢流法取油样示意图

1—取样软管; 2—阀门; 3—取样瓶;
4—变压器; 5—取样过渡接头

(四) 检查高低压套管是否清洁, 有无裂纹、碰伤和放电痕迹

表面清洁是套管保持绝缘强度的先决条件。当套管表面积有尘埃, 遇到阴雨天或雾天, 尘埃便会沾上水分, 形成泄漏电流的通路。因此, 对套管上的尘埃, 应定期予以清除。套管由于碰撞或放电等原因产生裂纹伤痕, 也会使它的绝缘强度下降, 造成放电, 故发现套管有裂纹或碰伤应及时更换。没有更换条件的, 应及时报有关部门处理。

(五) 检查防爆管、除湿器、接线端子是否正常

检查防爆管隔膜是否完好, 有无喷油痕迹; 除湿器中的硅胶是否已达到饱和状态; 各接线端子是否紧固, 引线和导电杆螺栓是否变色。

防爆管隔膜破裂, 应检查破裂的原因。若是意外碰撞所致, 则更换新膜即可; 若有喷油痕迹, 说明发生了严重内部故障, 应停运检修。硅胶呈红色, 说明它已吸湿饱和失效, 需更换新硅胶。线头接点变色, 是接线头松动, 接触电阻增大造成发热的结果, 应停电后重新加以紧固。

(六) 检查变压器外接的高、低压熔丝是否完好

1. 变压器低压熔丝熔断

这是因为低压侧过流所造成, 过流的原因可能是:

- (1) 低压线路发生短路故障;
- (2) 变压器过负荷;
- (3) 用电设备绝缘损坏, 发生短路故障;
- (4) 熔丝选择的截面过小或熔丝安装不当, 例如连接不好, 安装中熔丝有损伤等。

2. 变压器高压熔断器 (俗称跌落保险) 熔断

它熔断的原因可能是:

- (1) 变压器本身绝缘击穿, 发生短路;
- (2) 低压网络有短路, 但低压熔丝未熔断;
- (3) 当避雷器装在高压熔断器之后, 雷击时雷电流通过熔断器也可能使其熔断;
- (4) 高压熔断器熔丝截面选择不当或安装不当。

发现熔丝熔断, 应首先判明故障, 再更换熔丝。更换时应遵照安全规程进行, 尤其是更换高压熔丝, 应正确使用绝缘拉棒, 以免发生触电事故。

(七) 检查变压器接地装置是否良好

变压器运行时, 它的外壳接地、中性点接地、防雷接地的接地线应连在一起, 共同完好接地。巡视中若发现锈蚀严重甚至断股、断线, 应作相应处理。

(八) 恶劣天气下的特殊巡视内容

- (1) 气温异常的天气。巡视负荷、油温、油位变化情况。
- (2) 大风天。注意引线是否有剧烈摆动, 导线上是否有异物搭挂。
- (3) 雷雨天。观查避雷器是否处于正常状态, 检查熔丝是否完好。
- (4) 雨雾天。注意套管等部位有无放电和闪络。
- (5) 冬季。注意变压器上是否有积雪和冰冻。
- (6) 夜间巡视。每月应进行一次夜间巡视, 检查套管有无放电, 引线与导电杆连接处