



变压器的檢查、 安裝、干燥操作法

冶金工业部冶金安装总公司 編



冶金工业出版社



变压器的检查、 安装、干燥操作法

中国工业出版社出版部出版

中国工业出版社

变压器的检查、安装、干燥操作法 冶金工业部冶金安装总公司 编

編輯：歐陽惠霖 設計：趙香荅 魯芝芳 責任校對：宋 古

1958年7月第一版 1958年7月北京第一次印刷 9,000 册

787×1092·1/32·27,000字·印张 $1\frac{10}{32}$ ·定价(10) 0.16 元

冶金工业出版社印刷厂印 新华书店发行 統一書号 1002

冶金工业出版社出版(地址：北京灯市口甲45号)

北京市書刊出版业營業許可証出字第 003 号

电气安装操作叢書

变 压 器 的 检 查、 安 装、干 燥 操 作 法

冶金工业部冶金安装总公司 編

本书是冶金安装总公司根据所属电装公司的安装经验总结而成的。内容包括冶金企业主要电气装置的安装操作法。本书叙述变压器的检查、安装和干燥操作法。

目 录

前言.....	3
第一章 变压器的检查、安装操作法.....	4
第二章 变压器干燥操作法	27

前 言

本操作法参照苏联电器工业部、电站部和电站建設部于1955年联合頒布之“判断变压器在投入运行前絕緣潮湿程度和干燥投入运行条件的規程”及莫斯科变压器厂产品說明書，并結合近几年来在某些大、中型变压器安装工程中所取得的初步經驗編写成。由于各地的条件和实际情况不同，加之在編写的时候吸收的意见不够广泛，在內容上含有一些不完全切合实际和不够恰当之处。尚希有关部門在采用中本着大胆革新，使科学技术大跃进的精神，提出批評和修正意見，以便使本操作法不断充实和完善起来。

1958年修訂

第一章 变压器的检查、安装操作法

使用范围

本操作法适用于新制电压 220 千伏及其以下的各种容量的油浸式电力变压器安装。

准备工作

1. 变压器检查、干燥、試驗及变压器油过滤应在专门的变压器处理室内进行。在没有专用处理室时，应选择或建筑一检查用场所，其条件为：

(1) 室内应清洁干燥，不能落入雨雪或尘土，不含有各种腐蚀性、可燃性气体及烟尘等，且室温应保持 $+10 \sim 25^{\circ}\text{C}$ 之間，以便于进行各种操作；

(2) 应設有为吊起变压器用的起重設備，起重能力应能提起变压器铁心或整个变压器（如果是必須的話）。起吊的高度应能在抽出变压器铁心后自由移去变压器油箱。

(3) 场所应有足够的工作面积，能够进行变压器抽心检查、干燥、零件清扫、試驗及組立工作；

(4) 在检查场所附近应有专为变压器油干燥过滤用的油处理室。

2. 变压器检查场所与变压器油处理室間应敷設油管作为向变压器注油及由变压器中放出油用，油管尽可能采用架空明設，以免损坏及沾污。两处并应設置有輸送油用的信号装置。

3. 为了把变压器由检查场所运到本身的基础上安装，应准备好运输道路和运输工具。

4. 选择适当的地点，用变压器油清洗零件（油枕，散热器，冷却器等）。

5. 准备为变压器起吊、加热、滤油、干燥等所使用的电源和水源。

6. 进行各种工具设备材料的准备，包括以下的特殊物品：

(1) 搬运起重方面：钢绳，吊索，吊铁心耳环用的钢杆，卷扬机，链式起重机，滑车，汽车（或托车，铁路平板车），滚杠，道木，千斤顶等。规格决定于变压器的尺寸和重量。

(2) 抽心检查方面：成套死搬子，成套套搬子，扁嘴钳子，剪刀，木锤，毛刷，竹夹板。穿心螺丝用的大套筒搬子，大油盆，小油盆，软木垫片，电木漆，橡胶垫（防油橡胶制），湿度计。放油箱盖用的木架，梯子，木跳板。

密闭试验用的漏斗形管子（图1），绝缘硬纸板等。

(3) 油过滤方面：大油罐，压力式滤油机，或离心式滤油机，油加热器，真空泵，手压油泵，滤

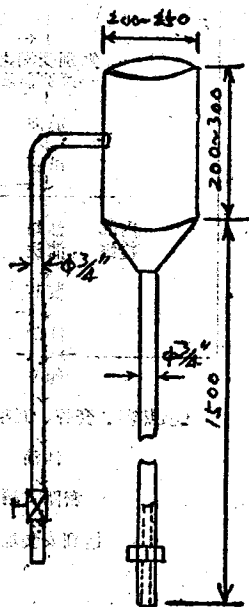


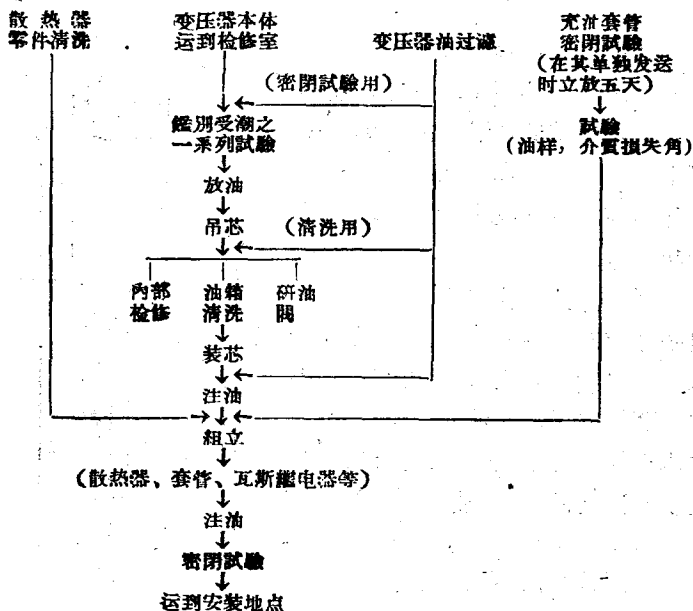
图1 密闭试验器

油紙，油管，油击穿强度試驗器，装油样用大口玻璃瓶。

7. 起重用的工具設備必須經過載重負荷試驗，并有試驗記錄。

8. 施工人員必須取得变压器的制造厂設備資料和試驗記錄單。

变压器检查安装工序



1. 变压器到貨后，应按拆卸明細表检查所有部件是否齐全及完整，特別注意瓷套管的完整情况，发现损坏或缺少时应提出加工修理。

2. 变压器卸車时或装車时，利用鋼繩吊住四个焊接在箱壁上的吊耳而把变压器提起，不可吊在頂盖上的吊环上。吊索与垂直綫的角度不能超过 30° ，如果不能达到上述要求时，則应利用专用吊梁把变压器提起。

在需要把大型变压器举起时(如改变底輪的滚动方向)，可用千斤頂頂住箱壁底部四个焊接的特殊卡板来把变压器抬起。

上述吊耳和特殊卡板，均可用以提起(或頂起)完全装配好并注滿油的变压器。

3. 对电压 110 千伏及以上的变压器，单独发送充油式瓷套管，应取出油样測定击穿电压值(应不小于 40 千伏)，并測定套管的介質損失角正切值，在 20°C 时介質損失角正切值应不超过 2%。

充油套管应立放在特制的架上靜置 5 昼夜，然后仔細检查，应无渗油现象。

在有試驗电压时，一切套管应按下列数值进行交流(50 周波)升高电压試驗一分鐘。

表 1

交变試驗电压值

額定电压 (千伏)	3	6	10	20	35	110	154	250
試驗电压 (千伏)	24	32	42	66	95	260	360	500

4. 变压器本体应提早运到检查室内，以便进行試驗和

准备抽心检查。1800千伏安以下的变压器，可以采用载重汽车运输，但在装卸车及路途中应尽量避免震动。中型变压器可用汽车或拖拉机牵引的平板拖车运输，而大型变压器只能用专用铁道凹形车运送。运输时变压器本体应可靠卡住，并且变压器应用绳索与车厢拉紧。

在使用滚杠运送变压器时，油箱应放在木制排子上，并加斜方木支撑于油箱侧壁上，从而把变压器和排子形成一个整体。此时引向卷扬机或绞磨去的牵引钢绳应着力于排子上（图2）。

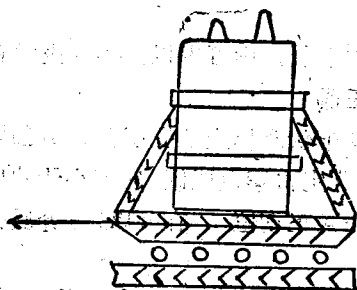


图2

大型不带滚轮运送的变压器，在由铁路平车上卸下时，或在地面上水平拖运时，可以利用钢轨。此时在轨面上涂以黄油滑润，利用绞磨或卷扬机拖动变压器在轨道上滑行。

搬运变压器时道路的最大坡度不能超过 15° 。在轨道上拖运时不能超过 5° 。

5. 变压器油处理室应准备清洁干燥的油罐。用作存放变压器油和进行油的清洁和过滤之用。在变压器数量较多的

情況下，油罐最好準備三個；一個裝新到貨的原油，一個裝已經過濾和清潔完了的乾燥油，另一個則裝由變壓器中放出來的油。油罐的容積建議不小於最大一台變壓器的裝油量。

6. 油的清潔及乾燥通常使用壓力式濾油機或離心式濾油機進行。為了能夠迅速清除水分，排除可揮發性的物質，變壓器油應預熱至 $40\sim 60^{\circ}\text{C}$ 。利用真空分離方法(圖3)，可以很有效地清除油中的水份和氣泡，而使击穿電壓迅速提高，油先經壓力式濾油機濾過機械性雜質，然後呈噴霧狀射入真

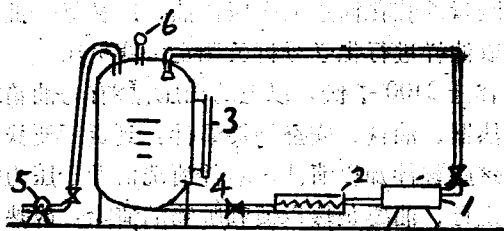


圖 3

1—濾油機；2—加熱器；3—油標；4—油罐；5—真空泵；

6—真空表；如罐太高，需在濾油機前面放油泵

空油罐中，罐中用真空泵不停地抽出氣體而保持真空度70公分水銀柱左右，經過幾次過濾後，油的击穿電壓很快地提高到 $40\sim 50$ 千伏以上。

7. 由變壓器或油罐中提取油樣進行試驗，必須利用有玻璃塞子的大口玻璃瓶。油瓶事先洗淨和乾燥好。油樣必須在油溫 $+5^{\circ}\text{C}$ 以上由變壓器油箱底部之專用塞或油罐底部的閘門中取出。取样前先打開閘門放出油約 $2\sim 5$ 升沖洗油閘，然後用油把瓶內部沖洗不少於2次，殘油倒淨後裝入油樣，

并立刻仔細盖好。

为测定击穿电压取油样0.7~0.8升，送去化学分析需要取油样約1.5升。

采取油样应特別小心仔細，避免油中落入外来水份、尘土、杂质等，否則試驗結果会严重地歪曲了原来的真实情况。取油仅在干燥天气才可进行，油瓶上应挂牌标明油由何处取出（变压器上部或底部），采取方法、時間，取样人姓名等。

8. 到貨的装在筒里的变压器油，应从每一批中由不同几桶中提取油样进行化学分析及测定击穿电压。

9. 容量2400千伏安以上的变压器，有与油箱本体分別运输的散热器、油枕、安全筒等零件。到貨后要找一个适当的地点对这些零件加以清洗，零件清洗借助于压力式或离心式滤油机进行，油要加热以便利脏物的清除。散热器的鉄管内有时有锈及鉄屑等机械性杂质，故在清洗前先用木棒敲打，并把金属碎屑接出，然后再用热油冲洗。几个散热器可以串联在一起用一台滤油机清洗。

当清洗用的变压器油（合格的）经过被清洗部件后，击穿电压值降落不超过3~5千伏时，清洗即为合格，通常当出口油的击穿电压不低于30千伏时，清洗就算完成。

10. 瓦斯继电器应送到試驗室去作动作試驗和整定工作。

11. 对不带油运输的变压器，或带油运输但未安上油枕的变压器，应在到貨10天以内进行外壳的密封試驗。密封試驗必須在重新拧紧各处密封螺絲以前，即在保持原始情况下进行，以检查运输途中是否破坏密封。

对不带油运输的变压器，向壳内压入压缩空气，至内部余压达0.25大气压后，保持3小时，如果压力未降至0.21气压以下，则变压器认为是密闭的。（对鼓状外壳的变压器上述压力各减至0.15及0.13气压）。

如果直接利用压缩机打气，或在潮湿天气试验时，空气应事先加以干燥。

对带油运输的变压器，用高出顶盖1.5公尺高的油柱压力来试验密闭，密闭试验应在由变压器中取出油样以后进行。如果经过3小时油压后，在到货油面以上部分没有发现渗油痕迹，则变压器认为是密闭的。

试验时变压器油箱及周围温度要尽量避免变化（如风吹，日光直接照射等）。

12. 不带油运输的变压器，在到货一个月以内，或自出厂发货之日起3个月以内，向壳内注入击穿电压合格的变压器油到油面完全没过上颚铁为止。

13. 变压器在抽心检查前应作一系列试验，判断绝缘是否受潮，在合乎下列标准时，变压器允许不经干燥而投入运行：

（1）容量1800千伏安及以下，电压35千伏及以下，带油及油枕运输的变压器：

甲、油枕中油面高度应在油标范围以内。

乙、油之击穿电压，对电压20千伏以下的变压器不少于25千伏；对电压35千伏的变压器不少于30千伏。

丙、经化验后确知油中无水份。

丁、如果乙项不满足，但油的击穿电压比乙项要求降低不超过5千伏，或不满足甲项要求，但油已盖过线圈和切换

器，則在溫度不低于 10°C 下測定綫圈的 $\text{tg}\delta$ ， $\text{tg}\delta$ 数值按表 2 进行溫度換算后（与制造厂記錄在同一溫度下比較），不应超过制造厂試驗記錄所載值的 130%。

表 2

溫度差 $t_2 - t_1, ^{\circ}\text{C}$	5	10	15	20	25	30	35
$\text{tg}\delta$ 之系数 k_1	1.15	1.3	1.5	1.7	1.9	2.2	2.5

其中： t_1 = 安裝中測定時的溫度，

t_2 = 制造厂試驗記錄中的低溫度。

而 $\text{tg}\delta t_2 = k_1 \text{tg}\delta t_1$ 。

如无制造厂試驗記錄， $\text{tg}\delta$ 之值不应超过表 3 之值。

表 3

溫度 $^{\circ}\text{C}$	10	20	30	40	50	60	70
$\text{tg}\delta$ %	1.5	2	3	4	6	8	11.5

如果 $\text{tg}\delta$ 不合格，而壳內油的 $\text{tg}\delta$ 超过 1%，則在无油状况下重新測定 $\text{tg}\delta$ ，且按此次測定来判断絕緣情况。

戊、如下列某一組合的条件滿足，則变压器不需要干燥。

(i) 甲、乙、丙；(ii) 甲、丙、丁；(iii) 乙、丙、丁。

(2) 容量 1800 千伏安以上，电压 35 千伏以下，帶油而不帶油枕运输的变压器：

甲、变压器是密閉的（經過密閉試驗）。

乙、油的击穿电压，对电压 35 千伏以下的变压器不少于 25 千伏，对 35 千伏的变压器不少于 30 千伏。

丙、油中沒有水份（化驗）。

丁、 $\text{tg}\delta$ 之值不大于制造厂試驗記錄值的 130%（換算到

与工厂记录同一温度下进行比较)。在温度不低于 10°C 时用 2500 伏摇表测定得的绝缘电阻值与工厂记录值比较不少于 70% (用表 4 的系数进行换算成同一温度时进行比较)。

表 4

温度差 $t_2 - t_1^{\circ}\text{C}$	5	10	15	20	25	30	35
绝缘电阻系数 k_2	1.2	1.5	1.8	2.3	2.8	3.4	4.1

其中: t_1 = 安装中测定时的温度; t_2 = 制造厂记录中的低温。

$$(R_{60})^{t_2} = (R_{60})^{t_1} / k_{20}$$

戊、如果丁项条件不全满足, 则设法在制造厂记录所载的温度下测定线圈的绝缘电阻及 $\text{tg}\delta$; R_{60} 之值不应小于制造厂记录的 70%, 而 $\text{tg}\delta$ 不大于 130%。

己、如果丁及戊项都不满足, 则将变压器加热到 $70 \sim 80^{\circ}\text{C}$ 后, 重复测量 R_{60} , $\text{tg}\delta$, 确定热状态电容值与冷状态电容值之比 $C_{\text{热态}}/C_{\text{冷态}}$, 并且取油样测定击穿电压值。 R_{60} 及 $\text{tg}\delta$ 之标准同前, $C_{\text{热态}}/C_{\text{冷态}}$ 之比值不应大于 1.15, (如油的 $\text{tg}\delta$ 在 $20 \sim 25^{\circ}\text{C}$ 时超过 1%, 则 $C_{\text{热态}}/C_{\text{冷态}}$ 之值不应超过 1.2), 油的击穿电压比加热前不应降低达 15% 以上。

注: $C_{\text{冷态}}$ ——冷状态的电容, $C_{\text{热态}}$ ——比 $C_{\text{冷态}}$ 高 50°C 以上温度时的电容。如油的 $\text{tg}\delta$ 超过 1% 则在加热后 $\text{tg}\delta$ 值虽较标准值高, 仍不予考虑。

庚、如满足以下某一组合条件时则不需干燥:

(i) 甲、乙、丙、丁; (ii) 甲、乙、丙、戊; (iii) 甲、乙、丙、己;

(iv) 乙、丙、丁、戊, 但须变压器壳内及器身上没有发现落入水的痕迹;

(V)甲、丙、丁、戊，但油的击穿电压比乙项要求差值不得多于5千伏。

(3) 电压在110千伏以上，带油不带油枕运输的变压器。

甲、变压器是密闭的。

乙、油的击穿电压不少于制造厂记录值的75%。

丙、油中没有水份(化验)。

丁、经过温度换算后， $\lg \delta$ 的值不应大于制造厂记录的130%，而绝缘电阻不少于70%（与制造厂记录的低温度值比较，但测量温度与制造厂记录的低温度差不能超过 35°C ）。

戊、如丁项中不全满足，则在制造厂记录的低温度下测定 R_{60} 及 $\lg \delta$ ，其标准与前相同。

己、如果乙或戊项不能满足，但油之击穿电压值不小于25千伏，则将变压器加热到工厂记录中高温下不少于5小时后，在工厂记录中高温时测定 R_{60} ， $\lg \delta$ ，并测定油的击穿电压值，用测量变压器高压侧线圈的欧姆电阻的办法未换算线圈的温度，使绝缘与制造厂记录中的温度相同。

R_{60} 之值不应少于制造厂记录值的70%，而 $\lg \delta$ 不大于130%，换算温度不能超过 35°C ，如超过 35°C 则只能以 R_{60}/R_{15} 的值来计算，或以测量时温度 $\lg \delta$ 规定值来计算，油的击穿电压不应比加热前降低15%以上。

庚、如满足以上某一组合条件时则不需干燥：

(i) 甲、乙、丙、丁；(ii) 甲、乙、丙、戊；(iii) 甲、丙、己；

(4) 不带油运输的变压器，电压为110~220千伏者。

甲、变压器是密闭的。

乙、由油箱底部取出残油的击穿电压不小于30千伏。