

中央人民政府燃料工業部制訂

# 變壓器運行及維護規程

燃料工業出版社

## 出版者的話

本書是中央人民政府燃料工業部制訂的[電業規程彙編]中的變壓器運行及維護規程。[電業規程彙編]一書已經出版。為了照顧讀者的需要，和減輕讀者的經濟負擔，本社特將彙編中的各個規程分開印製再版。

\* \*

\*

## 變壓器運行及維護規程

\* \* \*

中央人民政府燃料工業部制訂

\* \* \*

燃料工業出版社出版

社址：北京東長安街燃料工業部

北京市書刊出版營業許可證出字第012號

京華印書局印刷 新華書店發行

版權所有★不許翻印

\* \* \*

編輯：段有辛

書號 326 \* 電143 \* 850×1092 $\frac{1}{32}$  開本 \* 1印張 \* 28千字

一九五四年九月北京第一版第一次印刷(1—4, 100冊)

定價1,900元

## 目 錄

第一章	許可的運行方式 .....	2
第二章	經常的運行工作 .....	5
第三章	事故和不正常現象的處理 .....	11
第四章	並列運行 .....	14
第五章	試 驗 .....	14
附 錄	變壓器外殼渦流乾燥法 .....	26

## 第一章 許可的運行方式

**第 1 條** 變壓器必須依照名牌規範及規定的冷卻條件運行，並按下式列表，將各變壓器名牌規定數字填入，作為運行指導。

變壓器名牌規範表

表 1

編號	用途	銘牌 容 量 千伏安	銘牌電壓		銘牌電流		短 路 電 壓 %	結線法和組別	油的最高許可 溫 度 °C
			高壓	低壓	高壓	低壓			
			伏	伏	安	安			
1								Y/Y-12	
2								Y/Δ-11	

註：油的溫度，通常以上層油溫為準，不得超過 85°C。

**第 2 條** 調整電壓時必須遵守下列規定：

一、無論昇壓或降壓變壓器，如因內部電壓降增大，使二次電壓有調整必要時，得提高一次電壓；但不能超過額定值 5%。同時，二次電壓和電流也不得超過額定值。

二、降低一次電壓時，電流仍不得超過額定值。

三、依照運行情況，一次電壓有提高到大於額定值 5% 的必要時，須徵得製造廠的同意，或通過專門試驗認可；但在試驗前應作周詳的考慮。關於變壓器電壓的規定，可按式列表，將各變壓器額定及許可的最高一次電壓填入，作為運行指導。

一次電壓的許可調整範圍

表 2

編號	用途	額定一次電壓	許可的最高一次電壓
		伏	伏

第 3 條 變壓器的許可過負荷

在不同的運行條件（備用容量、負荷曲線及冷卻溫度）下，變壓器可有不同的正常過負荷及事故過負荷。

甲、正常過負荷

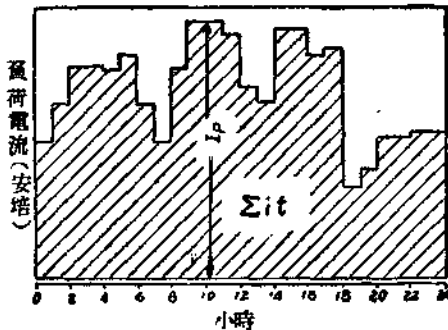
許可的正常過負荷是不影響變壓器的使用壽命的，其規定如下：

一、與晝夜負荷曲線相關的過負荷

如晝夜負荷曲線的負荷率低於 100% 時，則以負荷率 100% 為準，每降低 10%，變壓器的最高負荷可較額定值超過 3%。這種過負荷運行，只許在周圍氣溫不超過 35°C 的條件下施行。

從晝夜負荷曲線求負荷率的方法如第 1 圖所示：

設  $\Sigma it$  = 晝夜負荷曲線下的面積（安培-小時）。



第 1 圖 晝夜負荷曲線

$I_p$  = 最大負荷電流（安培）。

$$\text{晝夜負荷率 } L = \frac{\sum I_t}{24 I_p} \times 100\%$$

$$\text{許可過負荷的百分數 } P\% = \left( \frac{100 - L}{10} \right) \times 3\%$$

### 二、與夏季低負荷相關的過負荷

如在夏季六、七、八三個月中，晝夜最大負荷的平均值小於變壓器額定容量時，則在冬季四個月（十一、十二、一、二月）中，上述平均值較額定容量每低1%可過負荷1%；但最高不得超過15%。以上一、二兩項關於過負荷的規定可以累計施行；但其累計值不得超過下列規定：

室外變壓器——不得超過30%。

室內變壓器——不得超過20%。

三、若變壓器的冷却溫度與規定溫度不同時，製造廠對於許可過負荷有特殊規定者，得根據此項規定施行之。

### 乙、事故過負荷

事故過負荷與正常過負荷不同，對於變壓器的使用壽命是需作相當犧牲的；所以只許在沒有備用變壓器的條件下施行之。其延續時間應遵守表3的規定；製造廠有特殊規定的不在此限。各發電廠及變電所應依照表3或製造廠的規定，在現場規程內編製許可的事故過負荷表。

事故過負荷的許可延續時間表

表 3

負荷與額定負荷的比數	許可事故過負荷延續時間	
	室 外	室 內
1.30	2小時	1小時
1.60	30分鐘	15分鐘
1.75	15分鐘	8分鐘
2.00	7.5分鐘	4分鐘
3.00	1.5分鐘	1分鐘

#### 第 4 條 冷却裝置的運行方式

一、裝有強力通風設備（風扇）的變壓器，在上層油溫不超過  $55^{\circ}\text{C}$ ，並負荷不超過額定容量時，可以停止使用風扇。

二、裝有循環水冷却設備的變壓器，無論負荷情況如何，運行時，水冷却不得中斷；製造廠有特殊規定的或經試驗認可的，不在此限。

三、線圈溫度在額定電流負荷下不得超過空氣溫度  $70^{\circ}\text{C}$ ，也不得超過上層油溫  $25^{\circ}\text{C}$ 。

#### 第 5 條 線圈的絕緣

一、每一變壓器在運行之前（通常在烘乾後）及在運行期間，均應測量線圈的絕緣電阻；並將測得的數值及測量時的油溫記入變壓器記事冊。

二、線圈的絕緣時有變化，運行前與運行期間所測得的絕緣電阻值是比較及鑑定絕緣狀況的主要參考數據。測量時，應維持油溫及試驗電壓在一分鐘內不變。

若絕緣電阻在運行期間激減百分之三十以上，認為不合格，應查明原因，必要時須乾燥變壓器或採取其他對策。

## 第二章 經常的運行工作

#### 第 6 條 檢查負荷

一、有值班人員管理的變壓器，根據配電盤及變壓器上的表計檢查負荷。每小時抄表一次。

二、無值班人員者，每於檢查變壓器時抄表一次。

三、裝在變電所內的變壓器，在檢查變電所時，同時檢查其負荷。

四、檢查變壓器的三相負荷及平衡狀態（須在正常負荷時檢查），每年至少一次。對於結成三相的單相變壓器組尤應特別注意。

#### 第 7 條 例常檢查

一、無論運行的或備用的變壓器，均須按時施行例常檢查，檢查的結果應記入變壓器記事冊。

二、有值班人員的變壓器，檢查時間規定如下：

- (1) 發電廠和變電所的主變壓器，每兩晝夜至少一次。
- (2) 發電廠自用主變壓器，每晝夜至少一次。
- (3) 發電廠和變電所自用的其他變壓器每五晝夜至少一次。
- (4) 每週須舉行一次夜間檢查；主要目的在檢查磁瓶有無放電現象。

三、無值班人員的變壓器，檢查時間規定如下：

- (1) 變壓器容量在 3200 千伏安以上者，每十天至少一次。
- (2) 變壓器容量在 320 千伏安以上不滿 1800 千伏安之間者，每月至少一次。
- (3) 變壓器容量不滿 320 千伏安者，每兩月至少一次。

四、變壓器的例常檢查項目如下：

- (1) 變壓器油枕及充油套管內的油色、油面高度、漏油與否、及變壓器的油溫。
- (2) 套管是否清潔，有無破損裂紋，放電遺跡及其他現象。
- (3) 變壓器的音響：有無新的音響發生，音響是否加大等。
- (4) 冷卻裝置的運行是否正常。
- (5) 電纜和電纜頭有無異狀。
- (6) 變壓器室內狀況——門窗板壁完整否？房屋漏雨否？照明和空氣溫度適宜否？
- (7) 安全閥的隔膜完整否？

五、在氣候激變時（冷、熱、雨、雪），對於室外變壓器的油面及套管狀態應施行額外臨時檢查。

六、負全面責任人員（如工程師、技術員、值長等）對於變壓器亦應按時進行例常檢查；除款四所列項目外，並須檢查下列各項：

- (1) 變壓器外殼的接地狀況。
- (2) 保護間隙的狀態。
- (3) 油的再生裝置和濾過器的工作狀況。
- (4) 油枕的集泥器內有無水和不潔物；若有，應除去。
- (5) 變壓器室的通風狀況。



七、有強壓油冷却的變壓器（即外裝水冷的油冷却器者），應注意檢查下列各點：

- (1) 油壓應比水壓高 1—1.5 大氣壓力。
- (2) 循環水出水中不應有油，若有，即說明冷却器有漏洩可能。
- (3) 電動機和泵的運行情況必須良好（特別要注意軸承）。
- (4) 定期清洗冷却管（用機械或化學方法，由檢修人員清洗）。

八、水冷却的油浸變壓器（冷却水管裝在變壓器內者），應注意檢查下列各點：

- (1) 保持必要的水壓，但不得超過二大氣壓力。
- (2) 在冬季，冷却系統不得有凍冰現象。
- (3) 根據水質情況，定期清洗冷却水管（由檢修人員清洗）。

### 第 8 條 變壓器的合閘、拉閘和變換分頭

一、值班人員，在變壓器合閘以前，應確知變壓器是在正常狀態。

二、臨時短路線、接地線、圍欄及工作牌等均須拆除。

三、用搖表測變壓器線圈和電纜的絕緣電阻。電纜可由斷路器分開者，應分別測量之，線路上有表用變壓器者，則必須斷開。測得的絕緣電阻應記入日誌及記事冊。

若變壓器線圈絕緣電阻小於規定值時，值班電工應即報告值班工程師、電機工場場長或變電所所長，取決關於加入運行與否的指示。

四、在合斷路器前，對於油開關的傳動裝置應作一次拉合試驗。

五、對於發電廠及變電所經常拉合的變壓器，不需在每次合閘前均作絕緣電阻和傳動裝置的試驗；每月試驗一、二次即可。

六、強壓油循環冷却的變壓器，應先啓動油泵，然後啓動水泵。

七、變壓器的合閘和拉閘的操作程序應在現場規程中規定之。必須包括下列各點中之有關者：

- (1) 有油開關者，變壓器的拉合均須使用油開關。
- (2) 幾個變壓器合用一油開關者，任一變壓器在帶負荷狀態下的拉閘及合閘仍必須用油開關。

(3) 無負荷變壓器不超過下列容量者，得用斷路器合拉：

電壓在 10 千伏以下，容量不超過 320 千伏安者；

電壓超過 10 千伏至 22 千伏，容量不超過 560 千伏安者；

電壓超過 22 千伏至 35 千伏，容量不超過 1000 千伏安者；

電壓超過 35 千伏至 110 千伏，容量不超過 3200 千伏安者；

切斷電壓超過 22 千伏的無負荷變壓器所用的斷路器必須是三相聯動的和有機械傳動裝置的。

(4) 高壓側裝有斷路器，低壓側裝有閘刀開關的變壓器，拉閘時應先拉閘刀開關，合閘時應先合斷路器。

(5) 變壓器容量不超過 10 000 千伏安，電壓不超過 110 千伏者，在無負荷狀態下合閘或拉閘得用有消弧裝置的電力斷路器。

(6) 兩側皆有電，而只一側有保護裝置的變壓器，應先將有保護裝置一側的開關合上，俾變壓器有問題時，保護裝置即可動作，而使開關跳開。

#### 八、變壓器的分頭變換

有遙控變換裝置的，由值班人員執行之；

變換分頭須在變壓器本體上操作的，由修理人員在值長監督下執行之；

分頭變換器不可能在帶負荷狀態下調整電壓者，應於切斷負荷後始可變換分頭；

變壓器之必須揭蓋後始可變換分頭者，當然應先切斷負荷及電源，然後變換分頭。

上述各種變換分頭的操作均須嚴守保安規程，並須注意檢查分頭變換器位置是否正確。關於變換分頭的情形必須記入日誌和記事冊內。

九、變壓器有帶負荷調整電壓的設備者，其操作法應根據製造廠的資料編製特別規則施行之。

十、修理變壓器時，應將一切有關的油開關、斷路器等拉開。

十一、新裝或大檢修後的變壓器，若裝有預防磁化電流衝擊的敏感保護裝置（速動過電流保護裝置、熔斷保險絲等）者，可在正常電壓的條件下試合閘、試受電壓。若沒有這些保護裝置，應使電壓由零漸

漸上昇至正常電壓試驗之。

十二、變壓器的合閘，可按結線法和負荷狀況，選擇在高壓側或低壓側施行之。

### 第 9 條 瓦斯繼電器

一、值班人員應經常注意瓦斯繼電器的狀態，在變壓器運行方式變動之際(如變壓器修完後合閘，備用變壓器加入運行等)，應密切注意繼電器電路的倒換。

二、值班人員應注意事項：

(1) 在接班時，應檢查瓦斯繼電器信號的動作及繼電器電路的狀況是否正確。

(2) 檢查變壓器時應檢查油枕和瓦斯繼電器的油面。

(3) 單相備用變壓器替換運行時，值班人員應使用連接片將新加入一台的瓦斯繼電器與信號及油開關連接起來；將換下一台的瓦斯繼電器的操作電源切斷。

(4) 變壓器由運行改爲備用時，瓦斯繼電器應照常與信號和油開關連接。

(5) 在修理變壓器時，應切斷瓦斯繼電器的操作電源。

(6) 對於運行中的變壓器進行加油或濾油工作時，應將瓦斯繼電器通油開關的電路切斷，而只與信號連接，以防因油中帶入空氣而使瓦斯繼電器動作及油開關跳開。其他運動繼電器(如差動、過電流繼電器等)仍應連接着。

對於停用中的變壓器加油、換油或濾油後，短時間內即加入運行者，瓦斯繼電器應只與信號連接，待確證油中空氣完全逸出後，方可與油開關連接起來。所需時間因加油、濾油等工作情況不同，可由數小時延長至二三晝夜。

(7) 瓦斯繼電器及其他繼電器的始用和停用均須經電力網系統調度員的許可。

### 第三章 事故和不正常現象的處理

#### 第 10 條 運行中的不正常現象

一、值班人員在工作中發現變壓器有任何不正常現象時(如漏油，油枕內油面高度不夠，油溫不正常、音響不正常等)，應迅速報告電機工場場長或變電所所長；並用一切方法消除之，經過情形應記入日誌和記事冊內。

二、若所發現的異常現象非停用變壓器不能消除，且有威脅整體安全可能時，應即停用修理。若有備用變壓器者應即使之加入運行。

三、變壓器有下列情形之一者應撤出修理，並換入備用者：

- (1) 音響很大、很不均勻或有爆裂聲。
- (2) 在正常負荷及冷卻情況下，變壓器的溫度不斷增高。
- (3) 安全閥口的隔膜破裂向外漏油。
- (4) 漏油致使油面降落低於油面指示表時。
- (5) 油色變易過甚，油內發生碳水化合物之類物質時。
- (6) 套管有破損、裂紋、或放電遺跡時。

#### 第 11 條 不許可的過負荷

變壓器過負荷超過許可數值時，值班人員應按現地條件用各種方法減去負荷（如連接備用變壓器，在諸發電機間重新分配負荷等）；若依然無法減去負荷時，可停供部分用戶饋電線。

#### 第 12 條 不正常的油溫

一、油溫升高超過許可限度時，值班人員應判明原因採取緊急辦法使其減低，並須注意下列事項：

(1) 檢查變壓器的負荷及冷卻溫度，並與在這種負荷及冷卻溫度下應有的油溫度核對。

(2) 校對溫度表的示度。

(3) 檢查冷卻裝置及變壓器室的溫度和通風情況。

二、若溫度升高的原因是由於冷卻系統，並須停電修理者，應即

停電修理，若不停電即可修理者，值班人員應仿第11條規定之方法採取步驟消滅負荷。

三、若發現油溫較在平時相同的冷卻和負荷條件下的溫度高出 $10^{\circ}\text{C}$ 時，或負荷不變、冷卻條件正常、溫度仍不斷上昇時，應認為變壓器內部故障（如鐵心起火、線圈短路等），而保護裝置可能因故不起作用，應即停用修理。

### 第 13 條 瓦斯繼電器的動作及故障鑑別

一、由於故障性質的不同，瓦斯繼電器的動作也可能不同，一種是信號動作而開關遲不動作者，一種是二者同時動作者。

二、信號動作而開關遲不動作者，普通有下列幾個原因：

- (1) 因濾油或加油、或冷卻系統不密、空氣進入變壓器。
- (2) 因溫度下降或漏油致使油面緩緩低落。
- (3) 因變壓器故障而產生稀薄氣體。
- (4) 因線路上有短路現象。

三、信號和開關同時動作者，可能是內部發生嚴重故障，漏油太快，保護裝置操作電路故障等原因。在這種情況下，變壓器應即停止運行，但在修理後，油中空氣迅速分解亦可使開關跳開，則將空氣放出後，仍可繼續運行。

四、瓦斯繼電器動作的原因及故障的性質可由繼電器內積聚的氣體量、顏色和化學成分鑑別之。

- (1) 無色和不可燃的氣體，是空氣。
- (2) 黃色而可燃的氣體，指示木質故障。
- (3) 白色而可燃的氣體，指示紙或紙板故障。
- (4) 黑色而可燃的氣體，指示鐵的故障及因此引起的油分解。

氣體顏色的鑑定必須迅速，否則染色立刻消失（有色者沉澱）。

### 第 14 條 繼電器動作時值班人員的任務。

一、油溫下降，油面緩緩低落時，應加油。加油時，繼電器應暫時只與信號連接。因大量漏油而使油面迅速下降時，不得將瓦斯繼電器改為只與信號連接了事，必須迅速採取停止漏油的對策，然後方可加油。加油時應將瓦斯繼電器暫時只與信號連接。

二、瓦斯繼電器的信號動作時，值班人員應即將其復原。若有備用變壓器者，應即使其加入運行，並採取不減負荷、不停電的對策。然後，檢查變壓器及繼電器信號動作的原因，若變壓器外部無任何不正常現象時，應即檢查瓦斯繼電器內氣體的性質。

三、若氣體是無色和不可燃的空氣，將空氣從繼電器內放出後，變壓器仍可繼續運行；但須密切注意變壓器及信號動作的時間。若信號動作的時間間隔漸次縮短，並有引起開關動作的趨勢時，應使繼電器只與信號連接，並報告電機工場場長或變電所所長，依照他們的指示進行工作。若已按上條規定將備用變壓器加入運行者，則不必經過此一步驟。

四、若氣體是可燃的，無論有無備用變壓器，均須停電檢查，以明繼電器動作的確實原因。

此外，並須檢查油的閃光點，若閃光點降低 $5^{\circ}\text{C}$ 以上，則指示變壓器內部已有故障；必須撤出修理。

註：檢查氣體燃點時須特別小心。不要取火靠近繼電器的管頭，要在上面5—6公分處。

五、變壓器因繼電器動作而切斷，並經檢查產生可燃性氣體時，不論信號先發與否，變壓器未經試驗合格前，不許再度加入運行。

### 第 15 條 變壓器的自動切斷

一、變壓器自動切斷時，有備用變壓器者，值班人員應迅速使其加入運行，或採取其他不減負荷，不停電的對策。然後，查明變壓器切斷的原因，繼電器的動作及其他現象（如過負荷、短路等）。

二、若查明變壓器的切斷不是內部故障，則於外在原因消除後，變壓器即可不經檢查而重新加入運行。

三、若繼電器的動作是由於變壓器本身的故障，第一步，必須作線圈絕緣電阻及繼電器的檢查。

四、發現變壓器內部有故障現象時，必須撤出施行內部的檢修。

五、若沒有內部故障現象，可作加電壓試驗，使電壓由零漸漸升至正常。若不發生故障，變壓器即可加入運行。

六、發現差動繼電器有問題，但不能迅速進行檢查時，有過電流

繼電器的變壓器，可以不連接差動繼電器而運行。但必須迅速試驗，恢復使用。

#### 第 16 條 變壓器着火

一、變壓器着火時，首先應將油開關和斷路器依次拉開，並使備用變壓器加入運行；或根據結線圖，採取不減負荷的一切可能對策。

二、若變壓器油流溢在蓋上着火時，應打開底部油閥放油，使油面低於着火處。

三、若在變壓器內部起火，應將油全部放至蓄油坑。

四、禁止用水滅火，以免火勢蔓延。

五、滅火時，必須使用乾燥滅火物，如砂子、碳酸氣等；有蒸汽時，得用蒸汽滅火。

關於電氣設備的滅火應製訂特別守則施行之。

#### 第 17 條 變壓器的兩相運行

一、在輸配電線路或變壓器一相發生故障時，爲了維持供電，沒有備用變壓器者，不得已時，可斟酌採用下列結線法：

(1) [兩線一地] ——是將故障一相接地的運行法。適用於中性點不接地的系統，線路一相故障時。採用這種結線法，變壓器的容量是依舊可以充分利用的。但其中性點對地電壓爲相電壓，其他兩相對地電壓爲線間電壓，故必須考慮絕緣條件問題。

(2) [兩線零] ——是利用中性線或地線代替故障一相的運行法，適用於線路中性點接地的系統，線路或變壓器一相故障時。

(3) [V形] ——變壓器二相，線路三相。變壓器的結線法爲 $\Delta$ - $\Delta$ 時始適用之。採用這種結線法時，不能充分利用變壓器的容量。其出力最多不超過三相額定總容量的 57.7%。

二、各電業局應按本規程的規定，編製變壓器結線法的現廠規則，以便在事故發生時，工作人員能迅速改變適宜的結線法。

## 第四章 併列運行

**第 18 條** 兩組或兩組以上變壓器並列運行時，其一次側和二次側之同極性的引出線，可在母線上，或經線路後互相聯結。

**第 19 條** 變壓器並列運行的條件如下：

- 一、變壓比相等（許可差 $\pm 0.5\%$ ）。
- 二、短路電壓相等（許可差 $\pm 10\%$ ）。
- 三、線圈結線組別相同（組別按高低壓相位差別而定，相差 $30^\circ$ 者為組 1， $60^\circ$ 者為組 2， $90^\circ$ 者為組 3，…… $360^\circ$ 者為組 12，餘類推，共分十二組）。
- 四、最大和最小變壓器容量之比不得超過 3:1。

**第 20 條** 短路電壓不同的變壓器並列運行時，應適當地變更變壓比補償之。

**第 21 條** 變壓器必須經過定相後始可並列運行。

**第 22 條** 結線組別不同的變壓器，在接頭適當掉換後，可以並列運行者如下：

- 一、8、12和 4 結線組之間。
  - 二、6、10和 2 結線組之間。
  - 三、各奇數結線組之間。
- 奇數結線組與偶數結線組的變壓器，不能並列運行。

## 第五章 試 驗

### 一、試 驗 要 項

**第 23 條** 試驗要項內容

一、變壓器的試驗分新裝和大修後的接收試驗及定期試驗兩種，試驗的結果須記錄備查。



## 二、新裝或大修後經改換線圈者須作下列試驗：

- (1) 外殼和油枕的漏油試驗；
- (2) 變壓器油及套管油的試驗；
- (3) 變壓器線圈及夾緊鐵心螺絲的絕緣電阻的測定；
- (4) 變壓比的測定；
- (5) 線圈的歐姆電阻的測定；
- (6) 線圈結線組別的確定，新裝時線圈的結線組沒有變動的可以不測；
- (7) 無負荷電流及損失的測定（新裝而製造廠或修理廠已有記錄者，只測無負荷電流）；
- (8) 短路電壓和損失的測定（新裝而製造廠或修理廠已有記錄者不需要）；
- (9) 變壓器主絕緣、套管和夾緊鐵心螺絲的交流耐壓試驗（新裝者不需要）；
- (10) 無負荷運行時，線圈層間絕緣的感應試驗（新裝者不必要）；此項層間絕緣試驗每次應於作過主絕緣的耐壓試驗後進行之。
- (11) 線圈和套管的介電損失角的測定，線圈的電容的測定；
- (12) 變壓器的定相試驗。

## 三、大修未經更換線圈的變壓器應按第 23 條之二（其中（4）（6）

（8）三項除外）作接收試驗，第（7）項只測無負荷電流。

單相變壓器的接頭曾經變換者，必須測定其結線組別。

## 四、變壓器運行期間應作下列定期試驗：

- (1) 變壓器油的試驗。
- (2) 線圈絕緣電阻的測定。
- (3) 接線分頭有改動時，測量線圈的歐姆電阻（不是必要的）。
- (4) 套管和線圈的介電損失角的測定（線圈不必單獨測定）。

## 二、試驗方法

### 第 24 條 油枕和外殼的試驗