

第 1627A 章

變電所 345/161/69 kV 油浸式變壓器

1. 通則

1.1 本章概要

說明電力系統用 345/161kV/69kV 油浸式變壓器及附屬設備等之運輸、安裝、檢驗及測試。

1.2 相關章節

- 1.2.1 第 01330 章--資料送審
- 1.2.2 第 01450 章--品質管理
- 1.2.3 第 16010 章--基本電機規則
- 1.2.4 第 16120 章--電線及電纜

1.3 相關準則

以下準則適用最新版本

1.3.1 中華民國國家標準 (CNS)

- (1) CNS 1326 C4035 電絕緣用油

1.3.2 美國材料試驗協會 (ASTM)

1.3.3 國際電工委員會 (IEC)

- (1) IEC60076-1 Power transformers : General
- (2) IEC60076-2 Power transformers : Temperature rise
- (3) IEC60076-3 Power transformers : Insulation levels, dielectric test and external clearances in air
- (4) IEC60076-4 Power transformers : Guide to the lightning impulse and switching impulse testing – Power transformers and

reactors

(5) IEC60076-5 Power transformers : Ability to withstand short circuit

(6) IEC60076-7 Power transformer : Loading guide for oil-immersed power transformers

1.3.4 美國國家標準協會(ANSI)

(1) ANSI C57.12.70 Terminal Markings and Connections for Distribution and Power Transformers.

1.3.5 美國電機製造業協會 (NEMA)

(1) NEMA TR1 Transformer regulator and reactors

1.3.6 美國電機電子工程師協會 (IEEE)

(1) IEEE C57.12.00 General Requirements Liquid-Immersed Distribution, Power, and Regulating Transformers.

(2) IEEE C12.80 Standard Terminology for Power and Distribution Transformers

(3) IEEE C57.12.90 Test Code for Liquid-Immersed Distribution Power, and Regulating Transformers.

(4) IEEE C57.19.01 Performance Characteristics and Dimensions for Outdoor Apparatus Bushings.

(5) IEEE C57.91 Guide for Loading Mineral-oil-Immersed Transformers.

(6) IEEE C57.113 Guide for partial Discharge Measurement in Liquid-Filled Power Transformers and Shunt Reactors.

(7) IEEE C57.131 Standard Requirements for Load Tap Changers.

1.3.7 台電電力變壓器規範

(1) TECHNICAL SPECIFICATIONS FOR 345kV POWER AUTOTRANSFORMERS (TR01)

(2) 345kV 電力自耦變壓器規範(TR01, Aug, 1980) 修訂書一

- (3) 345kV 電力自耦變壓器規範(TR01, Aug, 1980) 修訂書二
- (4) 200 MVA THREE WINDING POWER TRANSFORMERS Specification
No. TR03 Date: May., 1980
- (5) 200MVA 電力變壓器規範 (TR03) 修訂書
- (6) TECHNICAL SPECIFICATIONS FOR 60MVA POWER TRANSFORMERS
(TR05),
- (7) 60MVA 電力變壓器規範 (TM-1-D)修訂書
- (8) 161kV/11.95-23.9kV, 30MVA 電力變壓器規範, 規範編號: TR07
- (9) 各電壓等級變壓器規範補充規定
- (10) 各電壓等級變壓器規範附圖
- (11) 電力變壓器安裝特別說明
- (12) 69kV 25MVA 電力變壓器 材規 C027

1.4 資料送審

- 1.4.1 資料提送審查應依據第 01330 章「資料送審」及本節之規定辦理。
- 1.4.2 承包商應於完成試驗後提供本工程之設備認可圖、測試報告、操作及維護手冊等圖資，數量依契約規定。
- 1.4.3 施工計畫書、品質計畫書及工具儀器校正報告，應於開工前完成送審核備以利確實執行。

1.5 品質保證

- 1.5.1 品質保證工作之執行應符合相關準則對油浸式變壓器之要求，並依據第 16010 章「基本電機規則」、第 01450 章「品質管理」及其他測試之規定與製造廠商之品質保證資料進行測試。

1.6 保固

- 1.6.1 承包商對本工程所用器材、設備之功能、除契約另有規定外，應自[驗收合格]次日起保固[3]年。

1.7 運送、儲存及處理

1.7.1 設備、材料與配件之運輸、儲存方式、保護及防護措施

- (1) 高壓套管可以卸下分別裝箱，以利運輸，裝箱必須仔細加墊保護，以防止撞擊受損或絕緣劣化。
- (2) 所有包裝均須適合運輸時捆紮及吊運。
- (3) 所有突出部分如散熱器、閥、計器等可以卸下分別裝箱。如有不能拆卸者，其外部應加防護措施。
- (4) 所有非金屬之零件，均應加仔細包裝，以資保護，所有金屬製零件，其表面須塗以容易拭去之防銹物，並加以妥善包紮。
- (5) 所有裝箱，如內部物件在潮濕多鹽份及熱帶性氣候易於被腐蝕者，應加以嚴密包裝，內部並應裝置吸濕劑或其他乾燥劑。
- (6) 所有浸油絕緣導體、材料均應以容器油浸密封運輸，以避免受潮降低絕緣性能。
- (7) 變壓器本體運輸時，必須擬定運輸計劃，嚴加管制運輸路線及車輛速率，且裝置運輸震盪自動紀錄器，監視運搬過程各方位之衝擊力是否超過耐震管制標準。
- (8) 每一運輸單元均應附有裝箱單，裝箱單應明列配件之規格及數量。

2. 產品

2.1 設計要求

- 2.1.1 變壓器之製造、性能及試驗等除採購時契約另有規定外均須符合 1.3 節所列之標準，或同等級標準。
- 2.1.2 變壓器將裝置在海拔 1,000 公尺以下，空氣潮濕且含鹽份，常受颱風、地震(颱風最大風速每秒 60 公尺，地震最大加速度為地表水平各方向 0.33G，垂直方向 0.22G 及水平加速度兩個正弦波之共振)及雷電襲擊之地點。

3. 施工

3.1 準備工作

施工電源、施工工具及設備、工地勘察、設備儲存、安裝場地、搬運路線、人員、車輛及各項配合措施均應事先詳加調查。

3.1.1 施工電源準備及注意事項

- (1) 估算施工期間設備用電量，主要負載為供給真空濾油機、電焊機、熱風機及真空幫浦等用電，一般申請臨時用電契約容量約[99] kW。
- (2) 辦理臨時用電申請應於計畫用電 2 個月前提出，委託甲級水電承裝業向台灣電力公司所屬區營業處申辦，以免影響供電時程。
- (3) 選定接戶桿位置，依台電公司屋內線路裝置規則裝設表箱及開關箱。
- (4) 台電無法供電或施工工期間較短亦可採用移動式柴油發電機替代之，但須注意噪音是否符合法規管制規定，會不會影響鄰近民眾居家安寧，招抗議引發抗爭。

3.1.2 施工工具及設備

(1) 起重工具設備

大型變壓器本體重達數十噸，一般屋內型變壓器無法用吊車直接吊運至基礎上面，通常搬運路徑需要事先勘查經詳細規劃，並決定滾、拖、吊運方式後選擇起重工具設備之規格及數量。以 60MVA D. TR 為例，起重工具設備之規格及數量標準可參考『表 3.1 起重工具設備規格及數量表』預做準備。

表3.1起重工具設備規格及數量表

項目	名稱	規格	數量	備註
1	吊車	120噸、15噸	各1輛	
2	千斤頂	100噸、30噸、15噸	各2具	
3	拉吊器	0.75噸、3噸、5噸	各2具	
4	鋼索	1吋、3/4吋、1/2吋等	1式	
5	滑車		1式	
6	路板、墊木		1式	
7	滾木	5" & 6"	1式	
8	鋼板	1/2"、1"、2"	1式	

(2)絕緣油濾油及真空處理設備

變壓器在製造廠內驗收合格後因受道路運輸規定之限制，需將絕緣油抽出減輕本體運輸重量，經大部拆解後搬運到變電所後再重新組合。變壓器現場之絕緣油濾油工作及真空處理過程極為重要影響變壓器安裝施工品質甚鉅。一般絕緣油濾油及真空處理設備之基本規格數量詳如『表 3.2 絕緣油濾油及真空處理設備規格數量表』。

表3.2 絕緣油濾油及真空處理設備規格數量表

項目	名稱	規格	數量	備註
1	真空濾油機	6000L/小時以上	1具	
2	儲油設備	油槽或油袋 20000L	2只	
3	真空泵	3000L/分鐘以上	1具	
4	空氣乾燥機		1具	
5	溫濕度計		1只	
6	真空計		1只	
7	真空計自動紀錄器	0.1~100Torr	1具	
8	油耐壓試驗器	自動紀錄 0~90kV	1具	

(3) 一般工具

變壓器運抵變電所後再重新組合所需一般工具詳如『表 3.3 變壓器安裝用一般工具表』，其中板手及小型隨身工具之準備數量，可視施工人力多寡適當增減。

表3.3 變壓器安裝用一般工具規格數量表

項目	名稱	規格	數量	備註
1	電焊機	500A 以上 附防電擊裝置	1 具	應有電壓指示表
2	空壓機	125L/min	1 具	
3	砂輪機		1 具	
4	水平儀		1 具	
5	三用電表		1 具	
6	板手	扭力板手、活動板手、棘輪板手、梅花板手、開口板手	1 式	
7	小型隨身工具	鋼絲鉗、鋼刷、捲尺、工作燈、起子組、刀子、剝線鉗、壓接鉗	1 式	
8	施工架		1 式	

3.1.3 施工人力調配

(1) 工地負責人

具有相關安裝作業及管理經驗之人員擔任之。

(2) 工安管理員

依職業安全衛生法指派合格人員擔任，該工安管理人員應為專職且常駐工地執行業務，不得兼任其他與勞工安全衛生無關之工作，並須先報經甲方確認後始可擔任，異動時亦同。

(3) 領班

69kV 25MVA 級以上電力變壓器安裝工作實績 3 具以上經歷證明。

(4) 技術員

69kV 25MVA 級以上電力變壓器安裝工作實績 1 具以上經歷證明。

(5) 原廠技師

原廠指派具有安裝作業經驗之人員擔任，負責專業關鍵性安裝作業

之指導工作。

3.1.4 詳閱安裝使用說明書

領班及參與工作之技術員必須詳閱安裝使用說明書，特別注意安裝要領與施工管制事項，以確保施工品質。

3.1.5 辦理工地現場會勘

(1)施工前依照規定召開共同作業協調會、辦理工安教育訓練及工地現場會勘。

(2)會勘時規劃設備器材進場時間、順序、路徑及其堆放空間配置。

(3)會勘時應考慮變壓器本體吊掛使用大型吊車之迴轉空間是否足夠。進場路徑之安全荷重是否足夠，需不需要預做補強工作等。

3.1.6 變壓器基礎基準線設定

(1)將測量範圍內相關基礎面之雜物清掃乾淨。

(2)於現場基礎面上以墨斗繪出基準線及中心點。

(3)使用墨斗依照基礎配置圖面繪製相關基礎之基準線。

(4)以變壓器中心線為準，測量一、二次側電力電纜、釋壓排油管、控制箱、冷卻器及本體底座基礎螺栓等之預留孔，核對其相關位置之尺寸是否與設計圖面相符。因誤差太大或明顯影響安裝時應立即提出改善。

3.1.7 變壓器基礎水平測量

(1)將測量範圍內相關基礎面之雜物清掃乾淨。

(2)以該基礎中心點為基準，於測量範圍內每相隔 1.0m 或 1.5m 使用水平儀測量其高程。

(3)使用高精密度水平儀量測變壓器水泥基礎面之水平誤差，水平量測誤差值須在 $\pm 2/1000$ 以內情形。

(4)將測量結果填寫在『表 3.4 變壓器基礎(底座)水平測量管制表』內。

3.2 器材進場檢查

3.2.1 到貨時依交貨明細表(或裝箱單)核對規格及數量是否符合，並依器材性

質分別置放於室內或室外適當場所。

- 3.2.2 檢查器材及附件外觀有無脫漆、斷裂、變形或銹蝕情形。詳細檢查項目及內容參考『表 3.5 變壓器進場檢查表 1/2&2/2』。如有脫漆應立即除銹並使用原廠提供之耐候性防銹底漆防銹，或使用原廠同級以上之底漆。
- 3.2.3 變壓器本體運抵現場應先檢查震盪自動紀錄器之紀錄表是否符合管制標準，符合才可卸貨運搬。待本體運至基礎上定位後，再確認符合管制標準，始可拆除震盪自動紀錄器並留存紀錄。變壓器製造廠家因結構設計或運輸支撐補強之要求不同對運輸管制標準有差異，前述運輸管制標準原則上應符合上下、前後方向 3G 以下，左右方向 1G 以下之要求。檢查結果超出運輸管制標準時應立即通知製造廠家派員處理並提出澄清保證。
- 3.2.4 變壓器本體於運輸過程中以氮封保存，進場時檢查本體壓力計是否符合管制標準。
- 3.2.5 前述 3.2.3 節震盪自動紀錄及 3.2.4 節本體壓力計檢查結果不符合管制標準時，必須立即拍照存證，查明原因儘速請廠家派員處理。

表3.4 變壓器基礎(底座)水平測量管制表

設備編號：

日期：

1. 本体基礎(底座)

				基準點 (0)				

2. 冷卻器基礎(台架)

- 註 1. 本体基礎量測以底座之範圍為原則，1/100 洩油坡度面不可以施做在底座之範圍內。
2. 本體基礎每一量測點相距 1 或 1.5m，冷卻器基礎之量測點為螺栓預留孔附近。
3. 基準點為 0，測量結果水平誤差在±2/1000 以內為合格。
4. 冷卻器設置在樓上時，則在其樓板面獨立設定基準點。
5. 本表供變壓器本體與相關設備水泥基礎及變壓器底座測量管制用。

量測結果： 合格
 不合格

現場施工人員簽名(檢查人員)：

工地主任(負責人)簽名：

表3.5 變壓器進場檢查表(1/2)

項次	項目	檢查內容	檢查結果		檢查人
			良好	不良	
一	外殼	1.漏油			
		2.生鏽			
		3.附組件固定情形			
		4.焊道外觀			
		5.表面塗漆外觀			
		6.螺栓有無鬆動			
		7.外殼有無凹陷變形			
二	冷卻設備	1.漏油			
		2.生鏽			
		3.表面塗漆外觀			
		4.散熱片有無受損			
		5.冷卻風扇外觀			
		6.冷卻器油泵			
		7.電源線固定情形			
		8.油流指示器			
		9.上部伸縮接頭			
		10.下部伸縮接頭			
		11.上部蝶形閥			
		12.下部蝶形閥			
三	儲油槽	1.漏油			
		2.生鏽			
		3.表面塗漆外觀			
		4.呼吸器有無破損			
		5.吸濕劑保存情形			
四	表計	1.油溫針盤溫度計			
		2.高壓線溫針盤溫度計			
		3.中壓線溫針盤溫度計			
		4.低壓線溫針盤溫度計			
		5.本體油面計有無損壞			
		6.ULTC 油面計有無損壞			
		7.酒精溫度計有無損壞			
		8.測溫電阻及管線有無損壞			
五	保護裝置	1.放壓裝置			
		2.衝擊油壓電驛			
		3.撲氣電驛			
		4.氣體檢出裝置			
		5.油中可燃性氣體檢出裝置			

表 3.5 變壓器進場檢查表(2/2)

六	配管	1.生鏽			
		2.表面塗漆外觀			
		3.油管是否有裝臨時封蓋			
		4.配線管防水處理			
七	套管	1.有無漏油情形			
		2.有無破損情形			
		3.端子有無受損			
八	ULTC	1.位置指示與操作箱相符			
		2.傳動軸固定良好			
		3.傳動軸無受損			
		4.操作箱無受損			
九	NLTC	1.傳動軸固定良好			
		2.傳動軸無受損			
十	活線濾油機	1.外觀有無碰撞受損			
		2.固定是否良好			
十一	震盪自動紀錄器	檢查紀錄表是否符合管制標準。 標準值：前後、上下 3 G 以下 左右 1 G 以下。			
十二	桶裝絕緣油	1.數量是否符合			
		2.有無漏油情形			
十三	其他				
<p>缺失複查結果：</p> <p><input type="checkbox"/> 已完成改善</p> <p><input type="checkbox"/> 未完成改善</p> <p>複查日期：</p> <p>複查人簽章：</p>					

現場施工人員簽名(檢查人員)：

工地主任(負責人)簽名：

3.3 底座安裝

3.3.1 施工要領

- (1) 使用吊車或拉吊器將共同底座吊運至變壓器基礎上方。
- (2) 使用拉吊器或千斤頂調整共同底座，使其底座之中心線標誌與基礎面既設之 X、Y 軸線對齊。
- (3) 基礎螺栓在調整共同底座期間配合一併裝設完成。
- (4) 共同底座定位後，使用水平儀以共同底座中心點為基準每相距 1 公尺量測其水平高程，經調整後水平誤差須符合規定值 $\pm 2/1000$ 以內之要求。
- (5) 將測量結果填寫在『表 3.4 變壓器基礎(底座)水平測量管制表』內。

3.3.2 注意事項

- (1) 共同底座定位前先檢查共同底座是否完整無變形，假如有受損變形情形應儘速改善或換新。
- (2) 測量共同底座之水平誤差值假如誤差大於規定值，則採用不銹鋼墊片或熱浸鍍鋅墊片墊置於底座與水泥基礎間調整之，直到符合規定值之要求。
- (3) 若外形尺寸不符合製造公差規定，即應要求製造廠家儘速處理或換新，本項製造公差依照認可圖面規定為準。

3.4 變壓器本體設定

3.4.1 施工要領

- (1) 屋外型變壓器本體通常在吊掛路徑及空間無障礙之情形下，採用吊車直接吊至基礎設定之。
- (2) 屋內型變壓器本體受建築物高度限制無法採用吊車直接吊至基礎上方，必須採用滾運方式運至基礎上予以定位。
- (3) 採用路板、枕木、墊木、滾木、鋼車(戰車)或型鋼及鐵板等，鋪設變壓器本體滾運臨時路徑，必須確認平整穩固無傾斜凹陷情形。
- (4) 使用吊車將變壓器本體吊至已鋪設完成之滾運臨時路徑上方，以滾木

或厚鐵管做為滾輪。

- (5)使用拉吊器及鋼索將變壓器本體緩緩拖進室內基礎上方。
- (6)採用油壓千斤頂將變壓器本體回放於基礎底座上。
- (7)雙繞組之變壓器第二繞組拖進室內基礎上方時應暫時置放於臨時位置。
- (8)裝設臨時油面計進行本體臨時注油，俟臨時注油完成並依規定靜置後才可開啟共通導口蓋板。
- (9)開啟共通導口臨時蓋板前先將油面降低至導口下方約 10 cm 位置，以免絕緣油外洩。
- (10)目前國內製造廠家為現場安裝方便之需要，在變壓器本體底座均設有制止件，供本體定位用。
- (11)本體運至基礎上定位後，再確認震盪自動紀錄是否符合耐震管制標準，符合始可拆除震盪自動紀錄器，並留存紀錄。
- (12)本體定位後先行接地並將控制箱之電熱器接上電源使用。

3.4.2 注意事項

- (1)室內型變壓器本體滾運進入室內基礎之前，應考慮先將儲油槽、二次側導口及共通導管吊運入室內空地備用，以免變壓器本體進入室內後造成前述附件安裝困難。
- (2)在搬運過程中應特別注意共同底座是否因本體之滾、拖、吊而導致偏移情形，如果共同底座有偏移應於定位前即時修正完成。
- (3)使用大型吊車、鋼索、滑車及千斤頂等吊掛設備，應考慮安全荷重及裕度。
- (4)變壓器本體滾、拖運路徑必須平穩順暢，並注意地面或樓地板是否堅固及荷重強度是否足夠。

3.5 絕緣油濾油工作

3.5.1 施工要領

- (1)真空濾油機擺設位置應儘量靠近變壓器本體進出油口，以縮短油管之

距離減少漏油機會。

- (2)油管路應設置保護蓋板避免人員踩踏或車輛進出軋壓受損。
- (3)真空濾油機使用之前必須將濾芯更換為新品。
- (4)真空濾油機之電源接續完成後先行測試相序是否正確，並自我試運轉檢查濾油機之功能是否正常。
- (5)將運抵現場之桶裝新油經真空濾油機抽取注入大型蓄油槽(袋)。

3.5.2 注意事項

- (1)避免下雨天施行濾油工作。
- (2)絕緣油注入大型蓄油槽(袋)時應注意蓄油槽(袋)之排氣是否正常。
- (3)檢查真空濾油機之濾芯是否更換新品。
- (4)檢查油管路是否無漏油情形。
- (5)檢查蓄油槽之呼吸器是否正常。
- (6)絕緣油循環濾油處理後必須在大型蓄油槽(袋)取樣，採 ASTM D1816 試驗標準經耐壓試驗結果，其電介強度於臨時灌油時須達 56kV 以上。

3.6 油氣互換

所謂油氣互換是指變壓器本體內部絕緣油抽出之同時，跟隨灌入適量之乾燥氮氣，或於變壓器本體灌充絕緣油之同時間排放其內部之氮氣。目的是為保持心體絕緣物之乾燥，避免絕緣物過度吸濕影響絕緣性能。

3.6.1 施工要領及時機

(1)在製造廠內油氣互換

變壓器為減輕重量以符合道路運輸限重規定，在製造廠內經驗收合格後即進行拆解，將變壓器本體之絕緣油抽出，同時注入適量之乾燥氮氣封存，以減輕運輸重量。前述適量之乾燥氮氣壓力通常維持在 $0.2\sim 0.5\text{ kg/cm}^2$ 之間。

(2)運抵變電所現場油氣互換

變壓器抵現場時本體內部係灌充乾燥之氮氣，開蓋組裝之前須施行油氣互換，即一般所謂之臨時注油。注油前絕緣油須經耐壓試驗合

格才准予灌入本體內部，注油量以絕緣物及心體能夠充分浸泡為原則。避免開蓋時外界濕氣入侵變壓器內部，導致絕緣物吸濕受潮影響品質。前述絕緣油充分浸泡係指浸泡時間 345kV 級須達 24 小時以上、161kV 級須達 12 小時以上，69kV 級須達 6 小時以上。

3.6.2 注意事項

- (1)油氣互換工作避免雨天施行，環境濕度管制在 80 % 以下。
- (2)使用之氮氣應選擇購用含水量在 300ppm 以下。
- (3)油氣互換前變壓器本體須先裝設壓力計，藉以監視本體壓力。特別注意油氣互換作業過程中應維持氣(油)室壓力平衡，並限制在其工作壓力以內。
- (4)開蓋進行油管路安裝及內部接續作業時，可視工作需要適當降低油面。

3.7 安裝組立

3.7.1 安裝組立步驟及要領

變壓器因型式構造之不同安裝步驟稍有差異，原則本體定位後共通導口及共通油管路組裝完成即可進行內部接續工作。三相分離設有共同蓋者需待共同蓋設定完成後，才進行內部接續工作。

(1)步驟一：共通導口安裝

A. C 型夾鎖接組合

雙繞組之變壓器之共通導口安裝前，先降低油面至共通導口下方，分別拆除兩導口之臨時蓋板，再將第二繞組之本體推進至定位，並採用 C 型夾鎖接組合。三相分離設有共同蓋者先拆除導口之臨時蓋板，安裝共同蓋並採用 C 型夾鎖接組合，每兩只 C 型夾之間距以 20 cm 為原則。工作完成後油面升高至心體上方，避免絕緣物受潮。

B. 襯墊處理方法

a. 浸油式變壓器導口或共通油管路安裝時使用襯墊做為止油設施，襯墊之安裝方式分為槽型與護圈(Retainer)型兩種，務必參照

圖說規定裝設。

- b. 使用石油精或清潔液先將法蘭面凸緣及凹槽清潔乾淨。
- c. 使用強力膠將襯墊緊實黏貼在法蘭面凸緣或凹槽上
- d. 襯墊之接續應避免在轉角處並應採一定比例之斜接方式施做。
- e. 無論是槽型或護圈(Retainer)型之襯墊，安裝時須特別注意其凸出部分至少須稍大於襯墊厚度的 1/2。
- f. 檢查法蘭凹槽或護圈內外圍之預留縫隙，應符合製造廠家設計標準以免安裝後發生漏油情形。
- g. 運輸用臨時盲蓋及管路連接法蘭之襯墊必須全部更換新品。

(2) 步驟二：共通油管路安裝

共通油管路安裝前先關閉蝶形閥，拆除油管路臨時蓋板，備妥容器盛裝滲漏之絕緣油，避免污染環境，核對油管路標誌相符後鎖接。共通油管路安裝之襯墊處理情形與步驟一 B. 襯墊處理方法相同。

(3) 步驟三：附件安裝

- A. 變壓器之附件如儲油槽、二次側導口、爬梯、安全柵欄、放壓裝置、衝擊油壓電驛、配線、連通管、冷卻器及台架等，因與本體油路無關，可以不需降低油面先行安裝。
- B. 套管電纜箱 (CHD) 及避雷器 (LA) 採用氣體絕緣管路 (GIB) 時，作業標準則參照氣體絕緣開關設備 (GIS) 施工綱要規範。

(4) 步驟四：內部接續作業

A. 作業程序與要領

- a. 一次側套管安裝屬內部接續工作，套管安裝前須經絕緣試驗合格再行安裝及導體接續工作。試驗標準如下：

項次	試驗項目	標準	備註
1	套管電力因數試驗	樹脂電容型 (RIP) 20°C 時 0.85% 以下 油浸電容型 (OIP) 20°C 時 0.5% 以下	委由台電綜合研究所或政府立案許可之試驗機構辦理
2	絕緣電阻試驗	2000MΩ 以上	

- b. 內部導體接續工作，若採用螺栓鎖接時，應依接續螺栓材質及原廠訂定之扭力值，使用扭力扳手定磅鎖接，以避免因接觸不良於通過大電流後過熱破壞絕緣。
- c. 導體(線)之接續採用螺栓鎖接或壓接套管壓接時，在接續處難免會有尖銳邊沿或凸出部分，加壓時這種情形會依電壓大小產生不同程度的電暈放電，甚至閃絡破壞絕緣。因此，在接續處需使用廠家提供之材料(一般使用鋁箔紙)包紮以達電暈遮蔽效果。
- d. 接續處以皺紋紙填充空隙，包紮形成圓滑筒狀，此一步驟稱為接續成形。
- e. 成形後將鋁箔紙對折後包紮之，特別注意鋁箔紙對折時鑲鋁面須向外，用手捏緊讓鋁箔紙緊實包住皺紋紙，並且與導體牢牢接觸。
- f. 皺紋紙以半疊接(LAP)方式包紮於外層，包紮層數與尺寸須參照廠家接續整形圖規定施做。

B. 心體暴露時間管制

心體暴露時間之管制目標應以環境濕度、溫度及容許吸濕量三個條件來決定。環境濕度較低時心體暴露時間可適度延長，但仍以廠家說明書之管制標準為原則。變壓器因安裝過程之需要可分次開蓋，但等價露出時間須受限制。內部接續作業期間須填寫等價露出時間之統計表，如表 3.8。藉此管控心體暴露時間，以減少絕緣物吸濕量是必要的。

a. 環境溼度管制

內部接續工作環境溼度管制標準為環境之相對溼度 80% 以下才可以開蓋施行內部接續工作。假如環境濕度未達作業管制標準時，可藉由熱風乾燥機改善之。環境濕度較低時心體暴露時間可依表 3.6「等價露出時間換算表」對照換算適度延長。

表3.6 等價露出時間換算表

相對濕度 %	1 小時相當的等價露出係數(N)
7 以下	0.1
8 ~ 15	0.3
16 ~ 25	0.5
26 ~ 40	0.8
41 ~ 50	1.0
51 ~ 60	1.3
61 ~ 70	1.7
71 ~ 80	2.1

b. 容許吸濕量

變壓器製造廠家依不同電壓等級規定其絕緣物容許吸濕量，一般345kV 級以上變壓器其絕緣物容許吸濕量限制為 1%，161kV 級以下變壓器其絕緣物容許吸濕量限制為 1.5%。

c. 環境溫度

相同的環境濕度下，在不同的環境溫度作業，其絕緣物之吸濕速率不相同。因此心體絕緣物露出時間管制亦須考慮環境溫度之差異。表 3.7 為作業環境溫度係數對照表，其中溫度係數可供等價露出時間計算參考使用

表3.7 作業環境溫度係數對照表

作業環境溫度 ℃	容許露出時間(h)		環境溫度係數(T)
	容許吸濕量 1%	容許吸濕量 1.5%	
32 以上	5	7	1.4
25~32	7	10	1.0
25 以下	10	15	0.7

註：1. 345kV 級變壓器其絕緣物容許吸濕量限制為 1%。
 2. 161kV 級以下變壓器其絕緣物容許吸濕量限制為 1.5%。
 3. 本表容許露出時間限制在環境之相對溼度 71~80%。

C. 等價露出時間

變壓器開蓋作業有時候無法一次完成，但每一次開蓋之等價露出時間，應逐項填寫在『表 3.8 等價露出時間統計表』內，經統計總露出時間是否符合管制要求，並做為後續處理之依據。假如該變壓器開蓋作業尚未完成，並預知下一次開蓋作業時間會超過一星期以上，則應灌充絕緣油，以免絕緣物過度吸濕或箱體變形。

a. 等價露出時間之管制

(a)345kV 級變壓器絕緣物容許吸濕量限制為 1%時，其等價露出時間應管制在 15 小時以內。

(b)161kV 級以下變壓器絕緣物容許吸濕量限制為 1.5%時，其等價露出時間應管制在 21 小時以內。

b. 等價露出時間之計算式

$$E_t = R_t \times N \times T$$

E_t ：等價露出時間

R_t ：實際露出時間

N ：1 小時相當的等價露出係數

T ：環境溫度係數

例 1：

假設某一變壓器心體絕緣物容許吸濕量為 1.5%，環境濕度為 71~80%，在周溫 25~32°C 時，心體實際露出時間為 10 小時，則換算等價露出時間如下。

$$\begin{aligned} \text{等價露出時間 } E_t &= R_t \times N \times T \\ &= 10\text{h} \times 2.1 \times 1.0 \\ &= 21 \text{ h} \end{aligned}$$

例 2：

又若前述變壓器作業期間環境濕度控制在 41~50% 之間，其他條件不變，則等價露出時間如下。

$$\begin{aligned} \text{等價露出時間 } E_t &= R_t \times N \times T \\ &= 10\text{h} \times 1.0 \times 1.0 \\ &= 10 \text{ h} \end{aligned}$$

表3.8 等價露出時間統計表

工程名稱：

設備編號：

日期	上午			下午			等價露出時間(E _t) 合 計
	實際露出時間 (R _t)	濕 度 (N)	溫 度 (T)	實際露出時間 (R _t)	濕 度 (N)	溫 度 (T)	
總			計				
備 註：							
1. 露出時間以小時為單位計。 2. $E_t = R_t \times N \times T$ 3. 等價露出時間(E _t) 161kV 級以下 限制在 21 小時以內 345kV 級 限制在 15 小時以內 4. 結果： <input type="checkbox"/> 合格(管制值內) <input type="checkbox"/> 不合格(超出管制值)							

現場施工人員簽名(檢查人員)：

工地主任(負責人)簽名：

d.心體暴露時間超過時之處理原則

變壓器心體容許吸濕量為決定熱油循環基本溫度之重要變數，因此本體總暴露時間越少越好。等價露出時間總合計超出規定值時，則露出時間每逾 10%熱油目標溫度增加 1°C。

e.接續工作之人員服飾檢查管制

(a)從事內部接續工作之人員必須穿戴清潔衣帽，並將口袋內物品清空避免毛髮、汗水或其它雜物掉落變壓器內部。

(b)內部接續工作之前領班或小組負責人負責依『表 3.9 內部接續作業施工人員服飾檢查表』，逐項檢查並填寫之。

表3.9 內部接續作業施工人員服飾檢查表

變電所名稱：

設備編號：

檢查日期：

項目	檢查內容	檢查標準	檢查結果	檢查人員簽名
1	檢查施工人員工作服口袋內有無任何物品	清空無物品		
2	檢查工作服鈕扣有無鬆動	無鬆動		
3	作業人員是否戴妥防塵帽	戴妥		
4	是否穿著清潔耐油防滑鞋	是		
5	手錶、耳環、項鍊、戒指、髮夾等飾品是否全部拆除	是		
6	其他			

現場施工人員簽名(檢查人員)：

工地主任(負責人)簽名：

f.施工工具及材料登記

(a)接續用工具及材料之名稱、規格及數量應依「表 3.10 內部接續作業施工工具及材料登記表」規定，於作業前填寫並經檢查確認後始可進行後續內部接續工作。

(b)登記表係做為施工前後清點管制用，避免遺留於變壓器內部造成事故。

(c)要帶入內部之手工具應以尼龍繩綁在手腕以防止掉進變壓器本體內部。

表3.10 內部接續作業施工工具及材料登記表

變電所名稱：

設備編號：

日期：

項目	工具及材料 規格名稱	作業前		作業後	
		數量	盤點人簽名	數量	盤點人簽名
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
<p>一.本表施工工具、材料名稱及數量必須按實填寫，盤點人經逐項核對無誤後逐項簽章。</p> <p>二.施工工具及材料依序擺放整齊於作業前後拍照存檔備查。</p>					

現場施工人員簽名(檢查人員)：

工地主任(負責人)簽名：

g. 導線接續檢查

(a) 導線接續時請參製造廠導線接續示意圖施做，螺栓之鎖緊力矩與絕緣紙包紮層數須符合廠家設計圖規定。接續完成後須測量導線相間及對地距離是否符合設計標準。

(b) 接續工作完成領班或小組負責人負責依『內部接續完成自主檢查表』檢視內部清潔無異物，並拍照存證。變壓器內部接續使用工具及器材配置、使用扭力扳手鎖接及絕緣紙包紮完成情形均應照相存檔備查。

(5) 步驟五：熱油循環作業

A. 目的

在施行真空處理前，先以熱油來提高變壓器鐵心及繞組之溫度，稱為熱油處理，其目的在於藉提高心體溫度促進真空處理之除濕效果。

B. 實施對象

原則上 345kV 級之變壓器須實施熱油循環，161kV 級以下之變壓器則視其心體曝露時間是否超過規定或絕緣物吸濕量之多寡決定是否須施行熱油循環。

C. 熱油方法

- a. 油氣互換，使用含水量 300PPM 以下之氮氣灌入變壓器本體油槽，同時排出全部絕緣油。
- b. 儲油槽及 ULTC 之呼吸器隔離或拆除。
- c. 抽真空達目標值後並保持 4 小時，灌脫氣油並將油面升至標準高度(依溫度油面曲線圖標準)。灌油期間本體真空度仍應保持在 5 Torr 以下。
- d. 為了在熱油循環過程中能讓絕緣油冷熱對流均勻，除選擇一組或二組冷卻器之油泵保留可運轉外，其餘所有冷卻器之上部油閥均予關閉，下部油閥則應予打開。
- e. 變壓器本體及保留可運轉冷卻器之散熱片應覆蓋帆布防止散熱。在周溫與目標溫度相差較大時應採取適當保暖措施。
- f. 熱油由變壓器本體上部灌入由下部抽出，變壓器本體有二個以上者則由共同上蓋灌入，由各個油槽下部同時抽出。
- g. 變壓器本體之上、中、下部及熱油出口分別以黏土將酒精溫

度計或熱敏電阻(須連接溫度顯示器)貼在外殼上。

- h. 特別注意真空濾油機之出口油溫應控制在 80°C 以下。
- i. 開始熱油循環約 6 小時後啟動油泵，使變壓器本體內部溫度儘可能均勻，約 1 小時後關閉。
- j. 熱油循環過程中每 1 小時紀錄溫度一次，以上、中、下部及下部熱油出口之平均油溫為目標溫度。

D. 檢驗標準

a. 保持時間：

熱油循環溫度達目標值後仍應保持該溫度，保持時間之要求如下：

345kV 級變壓器 15 小時

161kV 級以下變壓器 8 小時

b. 熱油目標溫度：

熱油循環之基本溫度為 50°C，最高油溫則限制在 80°C 以下。熱油循環之目標溫度計算方式如下：

$$\text{熱油目標溫度} = 50 + 10 \times (a - b)$$

a%：變壓器本體絕緣物吸濕量百分比

b%：變壓器本體絕緣物容許吸濕量百分比

345kV 級容許吸濕量為 b% = 1.0%

161kV 級以下容許吸濕量為 b% = 1.5%

c. 變壓器本體絕緣物吸濕量百分比未能測得時，參考下列原則定訂其熱油目標溫度值。

(a) 等價露出時間總合在限制值內時，則

$$\text{熱油目標溫度} = 50^\circ\text{C}$$

(b) 等價露出時間總合超出限制值時，則

露出時間每逾限制值之 10%，熱油目標溫度增加 1°C，但熱油目標溫度最高以 80°C 為限。

$$\therefore \text{熱油目標溫度} = 50 + 10 \times (\text{等價露出時間總合} - \text{限制值}) \div \text{限制值}$$

d. 熱油目標溫度無法達成時

因設備加熱能力限制或周圍溫度太低，以致熱油目標溫度無法達成時，須採延長熱油時間做為補償。原則上每相差 n°C 則目標溫度保持時間以增加 2ⁿ 小時做為補償。

即 熱油保持補償時間 = 2^n 小時

$$n^{\circ}\text{C} = \text{目標溫度} - \text{實測溫度} \quad n > 0$$

補償時間 2^n 以 16 小時為上限，超過 16 小時均以 16 小時計。

3.7.2 安裝組立注意事項

- (1) 油管安裝時須檢查外觀是否有銹蝕、變形及油管内是否清潔無異物。
- (2) 油管接頭法蘭須徹底清潔，以免接續後發生漏油情形。
- (3) 核對墊片規格是否符合。
- (4) 墊片使用強力膠黏貼在法蘭面是否牢固。
- (5) 共通油管安裝時若發現蝶形閥無法堵油時，則本項工作須待內部接續時一並處理，俟蝴蝶閥改善完成後才可以繼續該部份油管之安裝工作。
- (6) 內部接續使用之工作燈應為防爆型附有保護罩。
- (7) 內部接續之工作人員應講求精簡，人數不宜太多。
- (8) 內部接續開口處附近嚴禁煙火，工作人員不准吸煙。
- (9) 人員進入本體內進行內部接續時，本體內部須注入乾燥空氣，避免作業人員窒息。

3.8 中間試驗

3.8.1 中間試驗之目的

變壓器在施工過程中施行中間試驗，目的在確認內部接續作業是否正確無誤，量測高低壓線圈層間或對地之絕緣是否良好，以免共同蓋或共通導口一經焊接及真空處理之冗長作業完成後才發現接續錯誤或絕緣不合格，重新處理費時費力。

3.8.2 中間試驗之項目及標準，如表 3.11

表3.11 中間試驗項目及標準

項次	試驗項目	標準	備註
1	套管電力因數試驗	樹脂電容型 (RIP) 20°C 時 0.85% 以下 油浸電容型 (OIP) 20°C 時 0.5% 以下	委由台電綜合研究所或政府立案許可之試驗機構辦理
2	線圈電力因數試驗	20°C 時 0.5% 以下	
3	匝比試驗	標準值±0.5% 以內	
4	線圈直流電阻試驗。	保證值(試驗結果須與廠試驗報告相近)	
5	絕緣電阻試驗	吸收比大於1	

3.9 焊接及吹除

3.9.1 時機及施工要領

(1) 焊接及吹除時機

- A. 變壓器運輸用臨時蓋在本體定位完成後以電焊吹除。
- B. 變壓器共同蓋與共同導口之焊接工作通常須在中間試驗合格後施行。

(2) 施工要領

- A. 變壓器運輸用臨時蓋板採用焊接固定者，須使用 C 型夾將蓋板固定妥當，以電焊吹除方式除去臨時焊道。
- B. 臨時焊道全部清除完成後將臨時蓋板吊離本體。
- C. 變壓器運輸用臨時蓋板採用 C 型夾固定者，將 C 型夾拆除並將臨時蓋吊離本體。
- D. 刮除法蘭面黏膠並使用去漬油徹底清潔之。
- E. 以強力膠將墊片黏貼在法蘭面上，使用吊車安裝共通導口。
- F. 焊接前使用石棉線填塞於法蘭焊接縫隙之間。
- G. 以對角先行點焊及對邊全周焊方式進行焊接工作，原則上採 3 層 6 道焊接，每道焊接完成後均需徹底清除焊渣，以確保焊道緊密。
- H. 焊接完成後油面升高至儲油槽中間位置，並啟用呼吸器。

(2) 焊接注意事項

- A. 共同蓋或共通導口施行焊接前須先將油面升至焊接位置上方 10—15

cm處，以免引起油氣燃燒導致爆炸。

B. C 型夾之拆除需配合於全周焊之同時，焊到那裡拆到那裡，以免漏油情形發生。

C. 焊接時避免採單一方向連續焊接方式，單一方向連續焊接方式容易造成止漏墊片擠壓變形，因受力不均導致漏油

3.10 油密試驗

3.10.1 施工要領

變壓器在焊接完成後內部係充滿絕緣油之狀態，為檢測焊道、人孔、手孔、油管路及各部法蘭等之油密性，採用油密試驗方法自本體及 ULTC 呼吸器同時灌充氮氣達工作壓力，並保持 24 小時以上觀察外觀是否有漏油情形。油密試驗合格後才可進行後續排油工作。

3.10.2 注意事項

(1) 灌充氮氣試漏時應特別注意灌充之氮氣壓力不得超過廠家規定之工作壓力及釋壓額定動作壓力。油密試驗灌充氮氣(N₂)壓力之計算如下：

例：設某一變壓器本體外殼中心高度為 165.4 cm，外殼承受工作壓力設計值為 1.45 kg/cm²，其儲油槽及散熱器裝置於頂樓，油面高度為 1384 cm，另釋壓裝置之高度為 350 cm，釋壓額定動作壓力為 20±2psi。則油密試驗時灌充氮氣(N₂)壓力之限制為何？

解：

1. 考慮外殼中心高度為 165.4 cm 時

$$1.45 - 9 \times 10^{-4} \times (1384 - 165.4) = 0.35 \text{ kg/cm}^2$$

2. 釋壓額定動作壓力為 20±2psi，選取較低者 20-2psi

$$\text{則 } (20 - 2) \text{ psi} = 1.26 \text{ kg/cm}^2$$

$$1.26 - 9 \times 10^{-4} \times (1384 - 350) = 0.33 \text{ kg/cm}^2$$

故油密試驗之氮氣(N₂)壓力不得大於 0.33 kg/cm²

(2) 變壓器灌充氮氣達目標壓力時，須派員觀察外觀是否有漏油情形。試漏初期觀察時間至少半小時以上，若遇大量漏油情形應立刻停止洩漏

試驗，盡速處理止漏。

- (3) 試漏期間須派員留守觀察，並特別注意壓力變化，防止絕緣油不慎大量外漏造成損失污染環境。

3.11 真空處理

3.11.1 真空管路連接要領

- (1) 真空處理管路連接時除變壓器原有管路外，其他外接或臨時配管均須採用高壓管。
- (2) 抽真空之抽取位置須在所有配管之最高點。(高於最終油面)
- (3) 真空濾油機之注油配管須設在本體下部油閘處。
- (4) 本體呼吸器與 ULTC 呼吸器之間採用透明塑膠厚管連通，管內灌充少量絕緣油做為壓力監視用。

3.11.2 排油(油氣互換)要領

本階段之油氣互換為真空處理前置作業，須在真空管路配置連接完成後施行，將絕緣油排出同時跟隨注入適量之氮氣(N₂)，直到變壓器內絕緣油全部排出為止。當變壓器內絕緣油全部排出後應立即啟動真空泵，開始抽真空。

3.11.3 抽真空要領

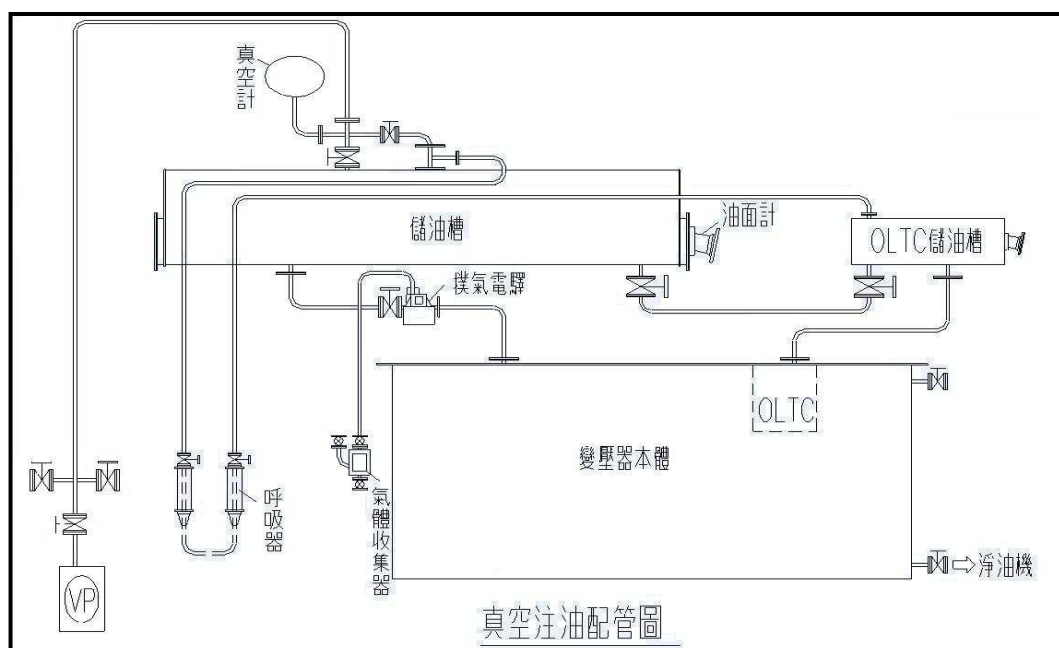


圖3.1 真空注油配管圖

(1)各氣室壓力均衡調整

變壓器在現場安裝過程中，藉由抽真空之方法除去變壓器內部絕緣物之水份及絕緣紙層間之氣泡達到除濕效果。真空處理前應派員檢查真空管路連接情形，並應特別注意各氣室之連通是否符合要求，真空管路連接請參考圖 3.1 真空注油配管圖。

(2)真空度之規定值

變壓器依電壓等級及心體溫度之不同，抽真空作業真空度之規定如表 3.12。

表3.12 抽真空作業真空度之規定值

電壓等級	真空度 (Torr) 目標值	
	心體溫度 30°C 時	心體溫度 60°C 時
345 kV	0.5	4
161 kV	1.0	8
69 kV 以下	1.0	8

(3)真空保持

為達到良好的除濕效果提升變壓器之絕緣性能，變壓器氣室抽真空到達規定值後，除應持續抽真空保持其真空度外，其真空保持時間依電壓等級之不同規定如表 3.13。若因停電或其他狀況導致真空保持期間中斷時，則真空泵停止時間應予扣除。

表3.13 真空保持時間之規定

電壓等級	真空保持時間 (小時)
345 kV	24
161 kV 以下	12

(4)真空洩漏試驗

A. 施工要領

- a. 變壓器經內部接續、焊接及外裝工作完成後，為確認油槽及管路之氣密性，將絕緣油全部排出後施行抽真空洩漏試驗。
- b. 抽真空作業之真空度遲遲無法持續下降達到目標值時，表示油槽及管路可能有洩漏情形。應立即關閉真空閥不可繼續抽真空以免外界濕氣進入變壓器內部，影響品質。
- c. 當真空度達到目標值以下時即可施行真空洩漏試驗。先關閉真空閥隨後並停止真空泵，立即量測靜壓之真空度，每 5 分鐘紀錄 1 次，經 60 分鐘共 13 次。
- d. 真空洩漏量計算公式：
- $$20 \text{ 分時真空度} - 10 \text{ 分時真空度} = a \text{ Torr}$$
- $$10 \text{ 分時真空度} - a \text{ Torr} = b \text{ Torr}$$
- $$60 \text{ 分時真空度} - b \text{ Torr} = c \text{ Torr}$$
- 而以 $c \text{ Torr} < 0.2 \text{ Torr}$ 為合格標準。

B. 注意事項

- a. 真空洩漏試驗之目的主要在測試變壓器外殼之氣密性，前述真空洩漏試驗之計算方式僅為合理推斷。倘以真空洩漏試驗之洩漏量判定是否合格，亦應考慮周圍溫度變化之影響因素，因此若能長時間觀察其真空度之變化曲線，可獲得較為真實的洩漏情形。
- b. 為真空洩漏試驗需要，在真空泵仍持續運轉中關閉真空閥，變壓器內部真空度瞬間有明顯回復之情形屬正常現象，如圖 3.2 真空洩漏試驗曲線圖示。因此洩漏試驗最初 10 分鐘之真空度未予採計。目的在排除動壓轉為靜壓期間非正常之洩漏量。

(5) 真空注油要領

A. 施工方法

- a. 變壓器氣室(油室)之真空洩漏量測試合格且真空保持時間到達規定值後，應立即進行注油工作，在注油期間真空泵仍繼續運

- 轉，使變壓器氣室保持抽真空狀態，即所謂之真空注油作業。
- b. 絕緣油由變壓器本體下部油管注入，當油面升高至儲油槽時應減緩注油速度，直到油面符合油溫曲線範圍規定值之上限止。
 - c. 真空注油作業當油面上升達規定值時立刻停止注油，並將真空閥門關閉，停止抽真空。
 - d. 打開氮氣閥門，使用乾燥氮氣破除真空狀態，並整平儲油槽之油袋或隔膜。

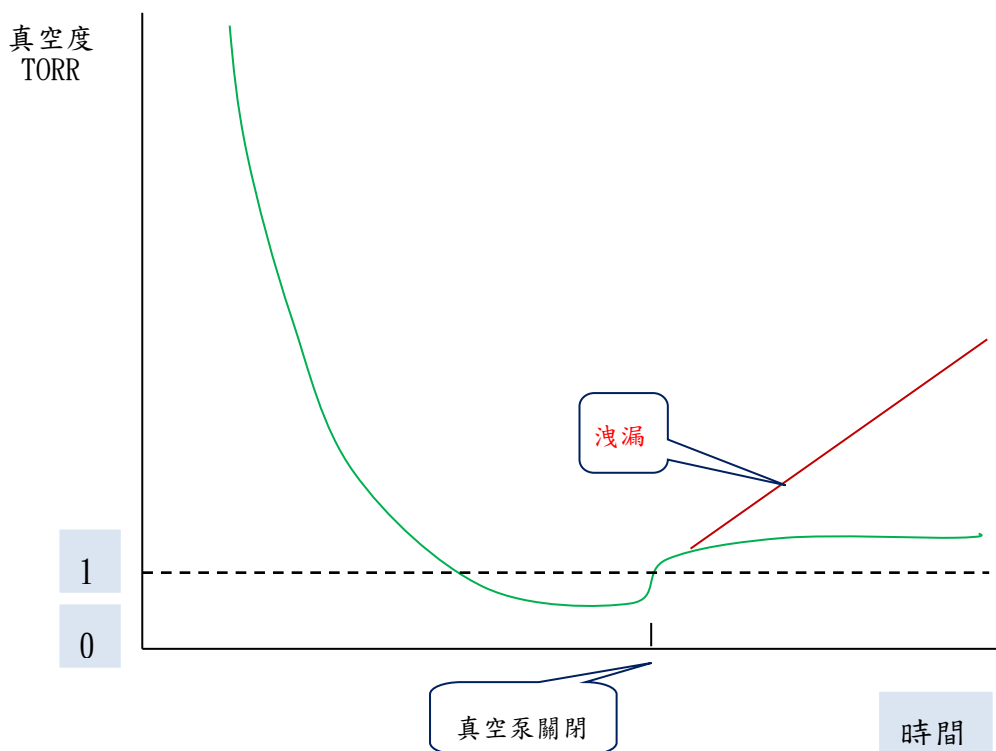


圖3.2 真空洩漏試驗曲線圖示

B. 注意事項

- a. 變壓器真空注油作業時係一面抽真空一面注入絕緣油，注油期間真空度仍應保持在 5 Torr 以下。以確保變壓器氣室內乾燥絕緣物不受濕氣侵入。
- b. 破除真空時特別注意避免因氣室間壓力不均造成漏油或油袋、隔膜破裂。
- c. 使用乾燥氮氣破除真空時先確認氮氣管路無漏氣情形，再開啟氮氣閥門徐徐灌入氮氣。

3.11.4 油面調整

變壓器內部絕緣油因溫度變化使油面上升或下降，製造廠家依油量之多寡設置不同型式之儲油槽(Conservator)，提供適當空間供其冷縮熱脹用，並於內部裝設油袋或隔膜藉以隔絕外界空氣避免絕緣油吸濕影響絕緣能力。所謂油面調整是指在真空注油完成後，依據當時油溫參照油面溫度曲線圖，對油面高度做適當調整之工作。

(1) 施工要領

- A. 油面調整工作前先停止真空注油作業，並完成破真空步驟。
- B. 確認油面與油面溫度曲線圖相符。(如圖 3.3)
- C. 自本體呼吸器管路緩緩注入氮氣(N₂)約 0.1 kg/cm²時立刻停止灌氣，其他氣室關閉中，將油袋整平。
- D. 解開儲油槽上部之放氣栓，將氣體排出直到絕緣油溢出時立刻將放氣栓鎖緊。
- E. 拆除氮氣(N₂)管路裝上呼吸器並將本體呼吸器管路之閥打開，讓變壓器保持正常使用狀態。
- F. 絕緣油靜置完成並將所有放氣栓及氣體收集器逐一放氣，將變壓器內部殘留之氣體完全排出。
- G. 完全放氣後，先藉由連通管及閥調整 ULTC 油面，ULTC 油面調整完成後再利用釋放閥進行本體油面調整，儲油槽油面之高度須符合廠家油面溫度曲線關係圖之要求。
- H. 變壓器經靜置達 24 小時後，必要時可再進行放氣栓放氣工作。
- I. 本體油面偏高時，可由本體下部排油閥排出多餘絕緣油。油面偏低時，則利用真空濾油之釋放閥採慢速注油方式補充絕緣油。參考油面調整管路配置圖 3.4。

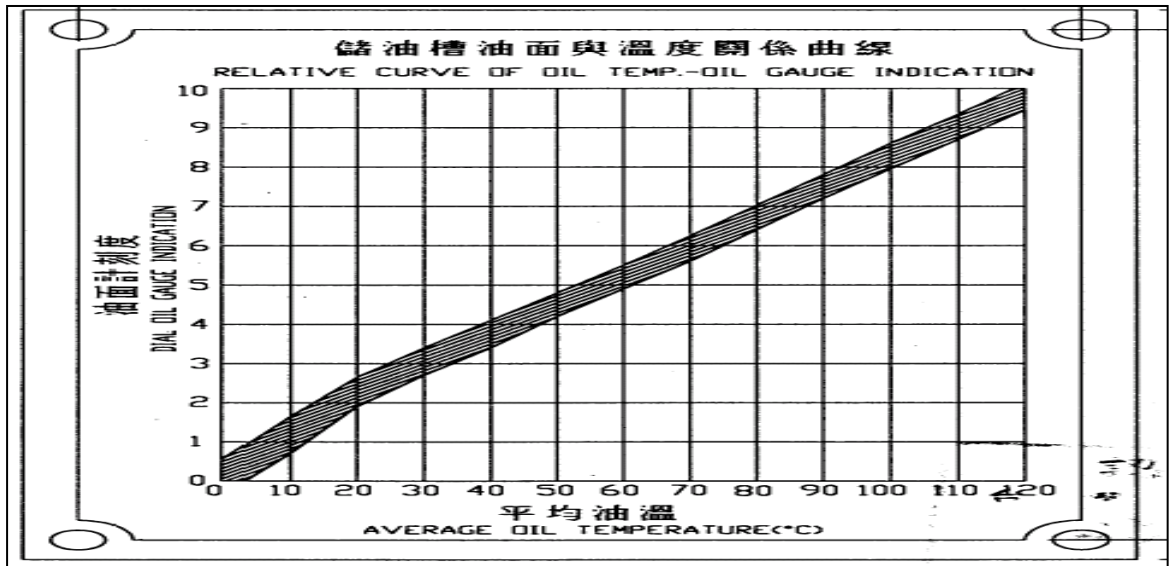


圖3.3 油面溫度曲線關係圖(參考用)

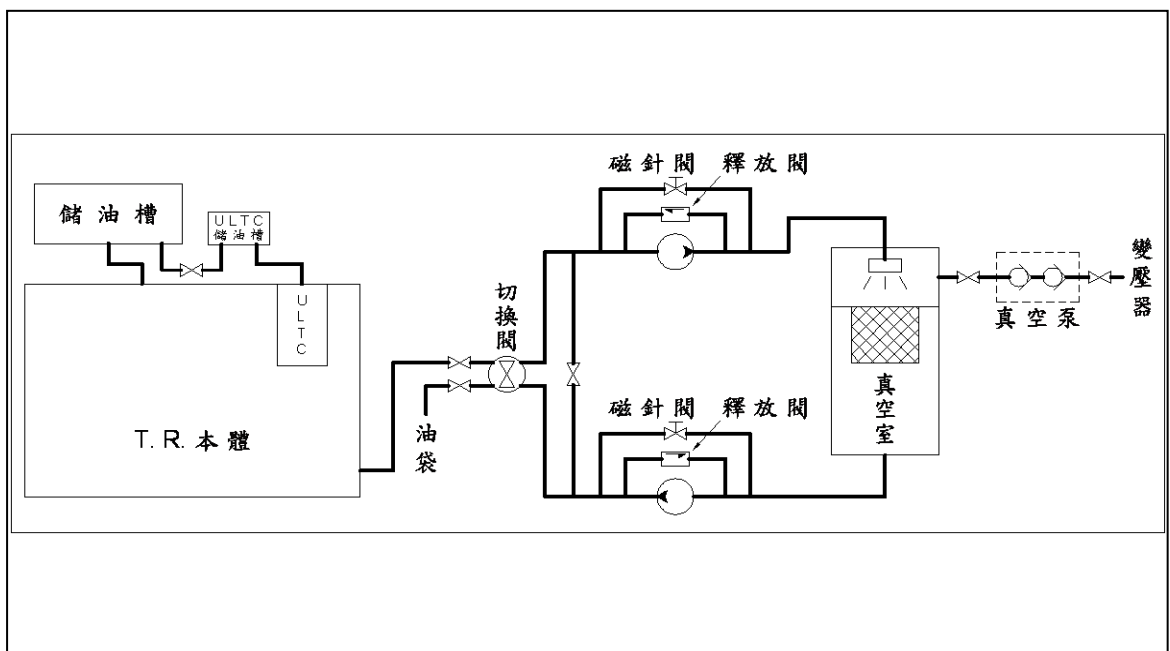


圖3.4 油面調整管路配置圖

(2) 注意事項

- A. 真空注油進行至最後階段當油面接近規定值前，應改採小油量緩緩注油，以免因注油速度太快不易控制導致油袋受擠壓破裂。
- B. 考慮早、中、晚之溫差變化及變壓器心體殘留氣體能排放完全，經靜置達 24 小時以後進行最後油面調整，可獲得較為正確之油面指示。
- C. 須預留試驗用之油量，因此注油時應調整至比標準油面要稍高之

位置。

3.12 電源線及控制回路接線

3.12.1 施工要領

- (1)接線前先檢查 PVC 線顏色與用途類別是否相符。
- (2)檢查線徑及蕊數是否符合設計圖面。
- (3)壓接套管之規格與線徑是否相符合。

3.12.2 注意事項

- (1) CT 不可開路。
- (2) PT 不可短路。
- (3) DC 回路正負極不可接地。

3.13 塗裝

3.13.1 施工要領

- (1)噴漆前採用標準色板比對試噴顏色是否相近。
- (2) 噴漆前應確認管路接頭之防水處理工作已全部完成。
- (3)塗裝作業前先行檢視變壓器外觀是否有脫漆或鏽蝕，如果發現有脫漆或鏽蝕情形應予除銹並塗上防鏽底漆。
- (4)變壓器部分構件不需要噴漆例如玻璃視窗、溫度計、油面計、銘牌、接地線、接地端子板及礙子等應先行包封，可避免不慎噴到油漆後造成處理困擾。
- (5)屋外型變壓器或屋內型變壓器外露部分，噴漆前應注意天候避免雨天進行噴漆作業。

3.13.2 注意事項

- (1) 屋內型變壓器須符合國際油漆協會標準 MUNSELL NO. N 7.5，露出屋外部分須配合建築物牆面之顏色著相同顏色；屋外型變壓器須符合國際油漆協會標準 MUNSELL NO. 5G 2/3。
- (2)塗漆膜厚達 120 μm 以上。

(3)噴漆完成採用標準色板比對顏色是否相近，並檢視油漆是否太多有無垂流情形。

3.14 施工檢驗及竣工試驗

3.14.1 施工檢驗

(1)施工抽、查驗督導區分

A.包括檢驗停留點查(檢)驗及(隨機)抽驗兩種，由監造部門負責辦理，與主辦機關負責之工程督導區分如表 3.14。

表3.14 工程督導區分

負責部門	查驗	抽驗
主辦機關督導(包括工程督導及主管走動管理)	依照施工檢驗停留點規定項目，由執行部門於該項目施做 7 天前，向主辦機關提出查驗申請。	1. 在查驗期間對一般工作項目之抽驗。 2. 採無預警方式辦理抽驗。
監造部門	1. 監造部門主管自行查驗 2. 檢驗員依照施工檢驗停留點規定項目查驗。	1. 監造部門主管隨機自行抽驗一般工作項目。 2. 檢驗員依照自主檢查項目及一般工作項目抽驗。

B. 抽、查驗督導項目

包括品質管理制度、施工品質及進度。

C. 督導頻率

分定期督導與不定期督導。

(2)自主檢查

A. 自主檢查表應於會同接收單位「竣工檢查」前填寫完成。

B. 實際查驗情形應填寫明確敘述或量化數據。

C. 施工自主檢查之檢驗項目及標準如表 3.15。

表3.15 變壓器安裝施工自主檢查表(1/6)

工作名稱				
承攬廠商				
檢查位置	檔位編號：			
檢 查 項 目	檢 查 標 準 (定性化或量化數據)	實際檢查情形	檢 查 日期	檢 查 結果
施工前				
1.基礎水平誤差量測*	±2/1000 以內	詳表3.4		
2.基礎開孔位置是否符合設計圖	符合設計圖			
3. 器材進場檢查				
(1)規格、型式核對	符合設計圖說			
(2)交付數量清點核對	數量與裝箱單相符			
(3)本體及附件外觀檢查	無脫漆、變形、破損	詳表3.5		
(4)運輸衝擊管制*	符合 3.2.3 節規定	詳自動紀錄表		
(5)本體運輸氮氣壓力檢查	正壓			
施工中				
4.本體底座水平誤差量測	±2/1000 以內	詳表3.4		
5.臨時注油前絕緣油耐壓試驗*	56kV 以上 (VDE 電極， 2±0.03mm 間隙)			
缺失複查結果： <input type="checkbox"/> 已完成改善 <input type="checkbox"/> 未完成改善 複查日期： 年 月 日 複查人員職稱： 簽名：				
1.本表應於會同接收單位「竣工檢查」前填寫完成，陳核後一份送接收單位做為施工自主檢查報告。 2.實際查驗情形：請填寫明確敘述或量化數據。 3.*：停留檢驗點。 △：請填寫試驗報告書編號。 4.查驗不合格者，應即時填具「不合格品改善通知及追蹤表」並限期改正。 5. 檢查結果：○ 檢查合格 X 有缺失需改正 / 無此檢查項目。				

現場施工人員簽名(檢查人員)：

工地主任(負責人)簽名：

表 3.15 變壓器安裝施工自主檢查表(2/6)

工作名稱				
承攬廠商				
檢查位置	檔位編號：			
檢 查 項 目	檢 查 標 準 (定性化或量化數據)	實際檢查情形	檢 查 日期	檢 查 結果
6.臨時注油油面高度檢查	心體以上			
7.套管電力因數試驗 樹脂電容型 (RIP)	20℃時0.85%以下			
8. 套管電力因數試驗 油浸電容型(OIP)	20℃時0.5%以下			
9.套管絕緣電阻試驗	2000MΩ以上			
10.開蓋期間作業環境濕度管制	80%以下			
11.伸縮接頭調整	符合設計圖面規定			
12.本體及中性點接地線引接檢查	符合接地系統配置圖			
13.內部接續*				
(1)施工人員服飾檢查	清潔無異物	詳表3.9		
(2)接續用工具材料檢查	施工前後數量規格相符	詳表3.10		
(3)螺栓鎖緊力矩設定檢查	符合安裝說明書規定			
缺失複查結果： <input type="checkbox"/> 已完成改善 <input type="checkbox"/> 未完成改善 複查日期： 年 月 日 複查人員職稱： 簽名：				
1.本表應於會同接收單位「竣工檢查」前填寫完成，陳核後一份送接收單位做為施工自主檢查報告。 2.實際查驗情形：請填寫明確敘述或量化數據。 3.*：停留檢驗點。 △：請填寫試驗報告書編號。 4.查驗不合格者，應即時填具「不合格品改善通知及追蹤表」並限期改正。 5. 檢查結果：○ 檢查合格 X 有缺失需改正 / 無此檢查項目。				

現場施工人員簽名(檢查人員)：

工地主任(負責人)簽名：

表 3.15 變壓器安裝施工自主檢查表(3/6)

工作名稱				
承攬廠商				
檢查位置	檔位編號：			
檢 查 項 目	檢 查 標 準 (定性化或量化數據)	實際檢查情形	檢 查 日 期	檢 查 結 果
(4)導線接續細部檢查*	符合廠家設計標準			
(5)內部接續檢視	清潔無異物			
(6)導線對地距離量測	符合廠家設計標準			
(7)內部接續完成後油面回升高度	心體完全浸泡			
14.油槽焊接時，油面高於焊接點	100~150mm			
15. 等價露出時間管制		詳表 3.8		
(1)161kV 級以下	21 小時以內			
(2)345kV 級	15 小時以內			
16.變壓器熱油循環出口溫度控制	最高油溫限制於 80°C			
17.熱油循環保持時間*				
(1)345kV 級變壓器	15 小時以上			
缺失複查結果： <input type="checkbox"/> 已完成改善 <input type="checkbox"/> 未完成改善 複查日期： 年 月 日 複查人員職稱： 簽名：				
1.本表應於會同接收單位「竣工檢查」前填寫完成，陳核後一份送接收單位做為施工自主檢查報告。 2.實際查驗情形：請填寫明確敘述或量化數據。 3.*：停留檢驗點。 △：請填寫試驗報告書編號。 4.查驗不合格者，應即時填具「不合格品改善通知及追蹤表」並限期改正。 5. 檢查結果：○ 檢查合格 X 有缺失需改正 / 無此檢查項目。				

現場施工人員簽名(檢查人員)：

工地主任(負責人)簽名：

表 3.15 變壓器安裝施工自主檢查表(4/6)

工作名稱					
承攬廠商					
檢查位置	檔位編號：				
檢 查 項 目	檢 查 標 準 (定性化或量化數據)	實際檢查情形	檢 查 日期	檢 查 結果	
(2)161kV級以下變壓器	8小時以上				
18.中間試驗*					
(1)匝比試驗△	標準值±0.5%以內				
(2)直流電阻試驗△	符合設計值				
(3)電力因數試驗△	20°C時 0.5%以下				
(4)絕緣電阻試驗△	與出廠試驗報告相近				
19.真空洩漏試驗*	C<0.2 Torr				
20.真空保持時間					
(1) 345kV 級 0.5 Torr 以下	24 小時以上				
(2) 161kV 級以下 1.0 Torr 以下	12 小時以上				
21.油密試驗*	目視無漏油				
缺失複查結果： <input type="checkbox"/> 已完成改善 <input type="checkbox"/> 未完成改善 複查日期： 年 月 日 複查人員職稱： 簽名：					
1.本表應於會同接收單位「竣工檢查」前填寫完成，陳核後一份送接收單位做為施工自主檢查報告。 2.實際查驗情形：請填寫明確敘述或量化數據。 3.*：停留檢驗點。 △：請填寫試驗報告書編號。 4.查驗不合格者，應即時填具「不合格品改善通知及追蹤表」並限期改正。 5. 檢查結果：○ 檢查合格 X 有缺失需改正 / 無此檢查項目。					

現場施工人員簽名(檢查人員)：

工地主任(負責人)簽名：

表 3.15 變壓器安裝施工自主檢查表(5/6)

工作名稱					
承攬廠商					
檢查位置	檔位編號：				
檢 查 項 目	檢 查 標 準 (定性化或量化數據)	實際檢查情形	檢 查 日期	檢 查 結果	
22.油面調整	符合油溫曲線範圍				
23.線圈溫度校正測試	±2°C 以內				
24.塗漆顏色檢查	符合規範要求				
25.蝶形閥及管閥檢查	啟閉正常				
26.備用之 CT 接線檢查	短路接地				
27.變壓器屋外部份之各類配管接頭防水處理	密合完好				
28.變壓器屋外部份之接線箱防水處理	密合完好				
施工完成					
29.功能試驗					
(1)冷卻風扇及油泵功能測試	啟閉正常及方向正確	詳表3.16			
(2) ULTC 操作功能測試	功能正常	詳表 3.17			
(3)活線濾油機功能測試	功能正常				
缺失複查結果： <input type="checkbox"/> 已完成改善 <input type="checkbox"/> 未完成改善 複查日期： 年 月 日 複查人員職稱： 簽名：					
1.本表應於會同接收單位「竣工檢查」前填寫完成，陳核後一份送接收單位做為施工自主檢查報告。 2.實際查驗情形：請填寫明確敘述或量化數據。 3.*：停留檢驗點。 △：請填寫試驗報告書編號。 4.查驗不合格者，應即時填具「不合格品改善通知及追蹤表」並限期改正。 5. 檢查結果：○ 檢查合格 X 有缺失需改正 / 無此檢查項目。					

現場施工人員簽名(檢查人員)：

工地主任(負責人)簽名：

表 3.15 變壓器安裝施工自主檢查表(6/6)

工作名稱				
承攬廠商				
檢查位置	檔位編號：			
檢 查 項 目	檢 查 標 準 (定性化或量化數據)	實際檢查情形	檢 查 日期	檢 查 結果
(4) ATS功能測試	自動切換正常			
(5)呼吸器功能測試	吸吐氣正常			
(6)除溼設備功能測試	功能正常			
(7)控制箱照明檢查	功能正常			
(8)閉鎖功能測試	功能正常			
(9)控制箱通風檢查	功能正常			
30.警報及指示測試	顯示正常	詳表 3.19		
31.絕緣油試驗				
(1)絕緣油特性試驗△	符合材規 I002			
(2)絕緣油耐壓試驗△	符合材規 I002			
(3)絕緣油可燃性氣體試驗△	TCG 10ppmv以下且 C ₂ H ₂ +C ₂ H ₄ =0			
32.竣工試驗△	符合規範要求			
缺失複查結果： <input type="checkbox"/> 已完成改善 <input type="checkbox"/> 未完成改善 複查日期： 年 月 日 複查人員職稱： 簽名：				
1.本表應於會同接收單位「竣工檢查」前填寫完成，陳核後一份送接收單位做為施工自主檢查報告。 2.實際查驗情形：請填寫明確敘述或量化數據。 3.*：停留檢驗點。 △：請填寫試驗報告書編號。 4.查驗不合格者，應即時填具「不合格品改善通知及追蹤表」並限期改正。 5. 檢查結果：○ 檢查合格 X 有缺失需改正 / 無此檢查項目。				

現場施工人員簽名(檢查人員)：

工地主任(負責人)簽名：

表3.16 電力變壓器冷卻系統功能測試紀錄表

測試結果		組別	第一組 風扇 & 油泵	第二組 風扇 & 油泵	第三組 風扇 & 油泵
項目					
風 向					
油流方向					
手動啟動(現場)					
手動停止(現場)					
自動啟動	第一段 CB ON				
	第二段 °C (依廠家設定值)				
	第三段 °C (依廠家設定值)				
自動停止	第一段 CB OFF				
	第二段 °C (依廠家設定值)				
	第三段 °C (依廠家設定值)				
96P 延時測試					

現場施工人員簽名(檢查人員)：

工地主任(負責人)簽名：

表3.17 ULTC 操作功能測試紀錄表

設備編號：

日期：

測試結果 組 別 項 目		NO. 1 ULTC		NO. 2 ULTC	
		符合	不符合	符合	不符合
手動操作手把閉鎖功能測試					
手動升降操作核對 ULTC 本体與 ULTC 操作箱之位置 (TAP) 指示是否相符					
現場電動升降操作核對 ULTC 本體與 ULTC 操作箱之位置 (TAP) 指示是否相符					
遙控升降操作核對 ULTC 操作箱與控制盤之位置 (TAP) 指示是否相符					
TAP 最高極限	閉鎖功能				
	紅 燈				
TAP 最低極限	閉鎖功能				
	藍 燈				
43R-1 開關切換功能測試 (LOCAL、REMOTE)					
43A-1 開關切換功能測試 (手動、自動)					
測試過程機構是否有異音					

現場施工人員簽名(檢查人員)：

工地主任(負責人)簽名：

表3.18 161kV 60MVA D.TR 警報測試方法

項次	測試項目	測試方法	
1	第一組冷卻油流檢出	在冷卻器運轉中切離油 PUMP 電源，使油 PUMP 停止運轉，產生油流檢出警報，或直接在 1Q1-1Q2 間短路。	1Q1-1Q2
2	第二組冷卻油流檢出	在冷卻器運轉中切離油 PUMP 電源，使油 PUMP 停止運轉，產生油流檢出警報，或直接在 2Q1-2Q2 間短路。	2Q1-2Q2
3	第三組冷卻油流檢出	在冷卻器運轉中切離油 PUMP 電源，使油 PUMP 停止運轉，產生油流檢出警報，或直接在 3Q1-3Q2 間短路。	3Q1-3Q2
4	第一組冷卻風扇過載	使 TH-RY 動作	49P-1 49F-11 49F-12
5	第二組冷卻風扇過載	使 TH-RY 動作	49P-2 49F-21 49F-22
6	第三組冷卻風扇過載	使油 TH-RY 動作	49P-3 49F-31 49F-32
7	交直流電源欠壓	將 NFB Trip	8A 8H 8D 27T
8	主體放壓裝置	將放壓裝置計內兩端子短路	A1-A2
9	HV 繞組溫度計	模擬針盤溫度計上昇	HAT1-XAT2
10	LV1 繞組溫度計 (1)	模擬針盤溫度計上昇	XATA-XAT2
11	油溫過高	模擬針盤溫度計上昇	AT31-AT32
12	PT 電源 (A 繞組)	將外加 AVR 電源 OFF	8PT1-OFF
13	馬達驅動電源 (8M1)	切斷馬達電源 NFB Trip	16-18
14	ULTC TAP 遲滯 (1)	ULTC 運轉未完成-TAP	48T1
15	ULTC 保護裝置動作 (63QX1)	接點短路	RS11-RS12

16	衝擊油壓電驛(96P)	以該電驛測試用螺桿插入向上推	SO1-SO2
17	針盤油面計 (TR.)	將油面計內兩端子短路	OL1-OL2
18	針盤油面計(ULTC.)	將油面計內兩端子短路	OL11-OL12
19	撲氣電驛第二段	將電驛內兩端子短路	BT1-BT2
20	撲氣電驛第一段	將電驛內兩端子短路	BA1-BA2
21	LV2 繞組溫度計 (2)	模擬針盤溫度計上昇	XBTA-XBT2
22	PT 電源 (B 繞組)	將外加 AVR 電源 OFF	8PT2-OFF
23	馬達驅動電源 (8M2)	切斷馬達電源 NFB Trip	17-19
24	ULTC TAP 遲滯 (2)	ULTC 運轉未完成-TAP	48T2
25	ULTC 保護裝置動作 (63QX2)	接點短路	RS3-RS4
26	活線濾油機故障(1)	模擬濾油機故障	8Q1-8Q2
27	並聯運轉失步檢出 (33S)		
28	油中可燃性氣體檢出	將兩端子短路	TCG1-TCG
29	活線濾油機故障(2)	模擬濾油機故障	8Q3-8Q4
30	備用		

表3.19 變壓器警報測試紀錄表

設備編號：

日期：

項目	測試內容	指示燈	蜂鳴器	CB跳脫
30-1	第一組冷卻器油流檢出(69Q1)			
30-2	第二組冷卻器油流檢出(69Q2)			
30-3	第三組冷卻器油流檢出(69Q3)			
30-4	第一組冷卻器電源跳脫(49F1)			
30-5	第二組冷卻器電源跳脫(49F2)			
30-6	第三組冷卻器電源跳脫(49F3)			
30-7	電源欠壓 27C(包括 27T、8H、8A、8D、52M)			
30-8	本體放壓裝置(96D)			
30-9	一次側繞組溫度過高(26WH)105℃(ON)100℃(Off)			
30-10	A 繞組二次側繞組溫度過高(26WX1)105℃(ON) 100℃(Off)			
30-11	油溫度過高(26Q)95℃(ON) 90℃(Off)			
30-12	A 繞組 PT 二次側欠壓檢出(27PT1)			
30-13	第一組 ULTC 馬達驅動電源跳脫(8M1)			
30-14	第一組 ULTC TAP 遲滯(48T1)			
30-15	第一組 ULTC 保護裝置(63QX1)			
30-16	衝擊油壓電驛(96P)			
30-17	本体油面過低警報(33QT)			
30-18	ULTC 油面過低警報(33QL)			

30-19	布氏電驛第二段(96B2)			
30-20	布氏電驛第一段(96B1)			
30-21	B 繞組二次側繞組溫度過高(26WX2)			
30-22	B 繞組 PT 二次側欠壓檢出(27PT2)			
30-23	第二組 ULTC 馬達驅動電源跳脫(8M2)			
30-24	第二組 ULTC TAP 遲滯(48T2)			
30-25	第二組 ULTC 保護裝置(63QX2)			
30-26	第一組濾油機壓力過高或電源跳脫			
30-27	並聯運轉失步檢出(33S)			
30-28	油中氣體檢出(TCG)			
30-29	第二組濾油機壓力過高或電源跳脫			
30-30	備用			

現場施工人員簽名(檢查人員)：

工地主任(負責人)簽名：

3.14.2 竣工試驗

變壓器竣工試驗至少應包含表 3.20 『電力變壓器現場試驗項目一覽表』之竣工試驗欄所列項目，其標準應以達到規範要求、廠家說明書及台電新設標準或維護標準為合格。

表3.20 電力變壓器現場試驗項目一覽表

試驗時間	安裝前	施工中	竣工試驗
試驗項目	絕緣油耐壓試驗	1.套管絕緣電阻試驗 2.套管電力因數試驗(P.F.) 3.變壓器匝比試驗(T.T.R.) 4.線圈直流電阻測試 5.線圈電力因數試驗(P.F.) 6.線圈絕緣電阻試驗	1.電力因數試驗(P.F.) 2.絕緣電阻試驗 3.匝比及極性試驗 4.低壓激磁電流試驗 5.線圈直流電阻測試 6.繞組變形試驗 7.溫度指示校正試驗(註 1) 8.警報及操作回路功能測試(含 RY) 9.絕緣油 TCG 10.絕緣油特性分析試驗(註 2)
註 1：溫度指示校正試驗由承製廠家派員辦理。			
註 2：如已依材規 I 002 規定辦理桶裝新油抽試合格者，本項試驗請依 I EEE C57 106 建議之試驗項目(共 7 項) 辦理竣工試驗即可。			

4. 計量與計價

4.1 計量

依契約有關項目以 [契約數量]計量。

4.2 計價

4.2.1 契約有關項目以 [契約數量]計價。

4.2.2 單價已包括所需之[一切人工、材料、機具、設備、動力、運輸、測試及其他為完成本工作所需之費用在內]。

〈本章結束〉