

# 第 1625A 章

## 變電所 33/161/345kV 並聯電抗器

### 1. 通則

#### 1.1 本章概要

說明電力系統用 33/161/345kV 並聯電抗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規定

##### 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) IEC60076-6 Power transformer : Reactors

- 1.3.4 美國電工法規 (NEC)
- 1.3.5 美國電機製造業協會 (NEMA)
  - (1) NEMA TR1 Audible Sound Levels
- 1.3.6 美國銲接工程協會 (AWS)
- 1.3.7 美國電機電子工程師協會 (IEEE)
  - (1) IEEE C57.19.01 Standard Performance Characteristics and Dimensions for Outdoor Apparatus Bushings.
  - (2) IEEE C57.91 Guide for Loading Mineral-oil-Immersed Transformers.
  - (3) IEEE C57.113 Guide for partial Discharge Measurement in Liquid-Filled Power Transformers and Shunt Reactors.
  - (4) IEEE C57.21 Requirements, Terminology, and Test Code For Shunt Reactors Rate Over 500kVA.
  - (5) IEEE C57.12.70 Terminal Markings and Connections for Distribution and Power Transformers.
- 1.3.8 日本工業規格協會
- 1.3.9 台電並聯電抗器規範
  - (1) TECHNICAL SPECIFICATIONS FOR 33kV, 40MVARSHUNT REACTORS (SHR1)
  - (2) TECHNICAL SPECIFICATIONS FOR 161kV SHUNT REACTORS (SHR2)
  - (3) TECHNICAL SPECIFICATIONS FOR 345kV, 100MVARSHUNT REACTORS (SHR3)
  - (4) 345kV/161kV/33kV 並聯電抗器規範補充規定。
  - (5) 69kV(含)以上浸油式變壓器及電抗器附屬規範：可燃性氣體檢出裝置(CG01)。
  - (6) 並聯電抗規範附圖
  - (7) 並聯電抗器安裝特別說明

#### 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 承包商應依規定，將全套製造圖面及試驗計畫資料，送台電審查。經核可後退回 1 份，據以製造、試驗。若圖面、試驗計畫資料未經審核認可而逕行製造、試驗，則一切後果，由承包商負責。
- 1.4.3 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。
- 1.4.4 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並聯電抗器之要求，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 承包商對本器材設備之保固，除契約另有規定外，應於器材安裝完成加入系統後保固 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) 每一運輸單元均應有裝箱單，所有裝箱配件之規格、數量均應明列於裝箱單，以避免誤用配件。
  - (2) 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。
  - (3) 所有包裝均須適合運輸時捆紮及吊運。
  - (4) 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。

- (5) 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。
- (6) 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。
- (7) 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。
- (8) 電抗器本體運輸時，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。

## 2. 產品

### 2.1 設計要求

- 2.1.1 電抗器之製造、性能及試驗等除採購時契約另有規定外均須符合 IEEE C57.21 及 NEMA TR-1 之最新標準，或同等級標準。
- 2.1.2 電抗器將裝置在海拔 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

應備妥施工電源、施工工具及設備、工安器材及設施，並辦理工地勘察及設備儲存、安裝場地、搬運路線、人員、車輛與各項配合措施之調查後，始可辦理開工。

#### 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 86.6kVA ~99kVA。

- (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，依台電公司屋內配線用電規則規定裝設表箱及開關箱。
- (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

並聯電抗器本體重達數十噸，一般屋內型電抗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 80MVAR 電抗器各廠家產品中較重者為例，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；其餘重量較輕者請自酌減。

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

電抗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。電抗器現場之絕緣油濾油工作及真空處理過程極為重要影響電抗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	1 或 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	0.1~100Toor	1 只	
7	真空計自動紀錄器		1 具	
8	絕緣油耐壓試驗器	自動紀錄 AC 1 $\phi$ 110/220V 0~90kV	1 具	

(3) 一般工具

電抗器運抵變電所後再重新組合所需一般工具詳如『表 3.3 電抗器安裝用一般工具表』，其中扳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 電抗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	扭力扳手、活動扳手、棘輪板手、梅花扳手、開口板手	1 式	
7	小型隨身 工具	鐵鎚、鋼絲鉗、管鉗、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

原廠指派具有專業經驗之人員擔任，負責專業關鍵性作業之指導工作。

### 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) 會勘時應考慮電抗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 電抗器基礎基準線設定

- (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) 以電抗器中心線為準測量一次側電力電纜、釋壓排油管、控制箱、冷卻器及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。設備製造公差除指定部份外，一般規定誤差值須在 3/100 以內為原則。

### 3.1.7 電抗器基礎水平測量

- (1) 將測量範圍內相關基礎面之雜物清掃乾淨。
- (2) 以電抗器基礎中心點為基準，於相關基礎測量範圍內每相隔 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電抗器水泥基礎面之水平誤差，電抗器基礎水平量測誤差值須在 $\pm 2/1000$  以內。
- (4) 將測量結果填寫在『表 3.4 電抗器基礎(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 電抗器進場檢查表 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 電抗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。
- 3.2.4 電抗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，必須立即查明原因儘速請廠家派員處理。

表3.4 電抗器基礎(底座)水平測量管制表

設備編號：

日期：

1. 本體基礎(底座)

				基準點 ( 0 )				

2. 冷卻器基礎(台架)


- 註 1. 本體基礎量測以底座之範圍為原則，1/100 洩油坡度不可以施做在底座之範圍內。  
2. 本體基礎每一量測點相距 1~1.5m，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 $\pm 2/1000$  以內為合格。  
4. 冷卻器設置在樓上時，則在其樓板面自行設定基準點。  
5. 本表供電抗器本體與相關設備水泥基礎及電抗器底座測量管制用。

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 電抗器進場檢查表(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.線溫針盤溫度計			
		3.本體油面計有無損壞			
		4.酒精溫度計有無損壞			
		5.測溫電阻及管線有無損壞			

表 3.5 電抗器進場檢查表(2/2)

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			
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			
		5.可燃性氣體檢出裝置			
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	震盪自動紀錄器	標準值 (G) X : 0.33 Y:0.33 Z : 0.22 量測值 (G) X : Y: Z :			
註：GIB 檢查表請參照氣體絕緣開關設備施工綱要規範					
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： 複查人簽章：					

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) 防震橡膠依設計圖面擺放後，使用吊車或拉吊器將底座吊運至電抗器基礎上方。
- (2) 使用拉吊器或千斤頂調整底座，使其底座之中心線標誌與基礎面既設之 X、Y 軸線對齊。
- (3) 基礎螺栓在調整底座期間配合一併裝設完成。
- (4) 底座定位後，使用水平儀以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 電抗器基礎(底座)水平測量管制表』內。

#### 3.3.2 注意事項

- (1) 底座定位前先檢查是否完整無變形，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 電抗器本體設定

#### 3.4.1 施工要領

- (1) 電抗器本體經滾、拖、吊運方式搬上底座。
  - a. 電抗器本體使用拖車拖運至變電所。
  - b. 電抗器本體使用大型吊車吊掛。
  - c. 電抗器本體使用鐵管或滾木滾運。
- (2) 屋外型電抗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。

- (3) 屋內型電抗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。
- (4) 採用路板、枕木、墊木、滾木、鋼車(戰車)或型鋼及鐵板等，鋪設電抗器本體滾運臨時路徑，必須確認平整穩固無傾斜凹陷情形。
- (5) 使用吊車將電抗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。
- (6) 使用拉吊器及鋼索將電抗器本體緩緩拖進室內基礎上方。
- (7) 採用油壓千斤頂將電抗器本體回放於基礎底座上。
- (8) 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。
- (9) 本體及冷卻器於基礎上定位後，基礎螺栓應即灌充水泥漿固定。
- (10) 裝設臨時油面計進行本體臨時注油，俟臨時注油完成並達靜置時間後才可開啟手孔蓋板。
- (11) 開啟人孔、手孔蓋板前先將油面降低至離開孔下緣約 10 cm 位置，以免絕緣油外洩。

#### 3.4.2 注意事項

- (1) 室內型電抗器本體滾運進入室內基礎之前，應考慮先將儲油槽、導管等大型物件吊運入室內空地備用，以免電抗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底座是否因本體之滾、拖、吊而導致偏移情形，如果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) 電抗器本體滾、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電抗器本體進出油口，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，並經耐壓試驗結果其電介強度於臨時灌油時須達 40kV/2.5mm gap 以上；真空注油時則須達 50kV/2.5mm gap 以上。

## 3.6 油氣互換

所謂油氣互換是指電抗器本體內部絕緣油抽出之同時，跟隨灌入適量之乾燥氮氣，或於電抗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

電抗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，將電抗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 0.2~0.5 kg/cm<sup>2</sup> 之間。

## (2) 運抵變電所現場油氣互換

電抗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電抗器內部，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161kV級達12小時、33kV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) 油氣互換前電抗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) 絕緣物及心體經絕緣油充分浸泡161kV級達12小時、33kV達6小時以上後，才可施行洩油施行後續安裝工作。
- (5) 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

電抗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油管路組裝完成即可進行內部接續工作。

#### (1) 步驟一：共通油管路安裝

A. 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。

#### B. 襯墊處理方法

a. 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：附件安裝

- A. 電抗器之附件如儲油槽、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. 套管安裝前，套管須經功率因數試驗合格，並降低本體油面後再行安裝。
- C. 電力電纜頭封匣 (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。

## (3) 步驟三：內部接續作業

- A. 作業程序與要領
  - a. 一次側套管安裝之內部導體接續工作，若採用螺栓鎖接時，應依接續螺栓材質，使用扭力板手定磅鎖接，以避免因接觸不良於通過大電流後過熱破壞絕緣。
  - b. 兩導體(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，為避免加壓時產生電暈放電破壞絕緣。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。
  - c. 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。
  - d. 成形後使用遮蔽材料包紮之，若使用鋁箔紙將其對折後包紮，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。

e. 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。電抗器因安裝過程之開蓋等價露出時間須受限制。套管導體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

套管導體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

電抗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 161kV 級以下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： 本表容許露出時間限制在環境之相對溼度 71~80% 。

### C. 等價露出時間之管制

並聯電抗器開蓋作業之等價露出時間應填寫在『表 3.8 等價露出時間統計表』

a. 161kV 級以下電抗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：

假設某一電抗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℃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：

又若前述電抗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。

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

#### c. 心體暴露時間超過時之處理原則

電抗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。

#### D. 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電抗器內部。
- 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。

#### E. 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，避免遺留於電抗器內部造成事故。
- c. 要帶入內部之手工具應以尼龍繩綁在手腕以防止掉進電抗器本體內部。

#### F. 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。接續作業須逐項檢查並填寫『導線接續細部檢查表』。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。電抗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。

#### (4) 步驟四：熱油循環作業

##### A. 目的

在施行真空處理前，先以熱油來提高電抗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 161kV 級以下之電抗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 以下之氮氣灌入電抗器本體油槽同時排出全部絕緣油。
- b. 儲油槽之呼吸器隔離或拆除。
- c. 抽真空達目標值後並保持 4 小時，灌脫氣油油面升至標準高度。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. 電抗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. 熱油由電抗器本體上部灌入由下部抽出。
- g. 電抗器本體之上、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，使電抗器本體內部溫度儘可能均勻。
- j. 熱油循環過程中每 1 小時紀錄溫度一次，以上、中、下部及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 161kV 級以下電抗器 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%：電抗器本體絕緣物吸濕量百分比

b%：電抗器本體絕緣物容許吸濕量百分比

161kV 級容許吸濕量為 b% = 1.5%

##### c. 電抗器本體絕緣物吸濕量百分比未測得時，參考下列原則訂定其熱油目標溫度值。

(a) 等價露出時間總合符合限制值時，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

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 2<sup>n</sup> 小時做為補償。

即 熱油保持補償時間 = 2<sup>n</sup> 小時

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

補償時間 2<sup>n</sup> 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併處理，俟蝶形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

電抗器在施工過程中施行中間試驗，目的在確認套管絕緣是否良好，內部接續作業是否正確無誤，量測線圈層間或對地之絕緣是否良好，以免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。

#### 3.8.3 中間試驗之項目及標準，如表 3.11

### 3.9 油密試驗

#### 3.9.1 施工要領

電抗器在組裝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呼吸器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。

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 <sub>t</sub> ) 合 計
	實際露出時間 (R <sub>t</sub> )	濕 度 (N)	溫 度 (T)	實際露出時間 (R <sub>t</sub> )	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 <sub>t</sub> ) 161kV 級以下 限制在 21 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：

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：

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：

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	電力因數試驗	20°C 時 0.5% 以下	
3	絕緣電阻試驗	須與出廠驗收試驗報告報告相近	
4	線圈直流電阻試驗。	出廠驗收試驗報告保證值	

### 3.9.2 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(N<sub>2</sub>)壓力之計算如下：

例：設某一電抗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/cm<sup>2</sup>，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(N<sub>2</sub>)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. 考慮釋壓額定動作壓力為

$$20 \pm 2 \text{ psi}$$

$$(20 - 2) \text{ psi} = 1.26 \text{ kg/cm}^2 \text{ (釋壓裝置動作壓力)}$$

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

故油密試驗之氮氣(N<sub>2</sub>)壓力不得大於 0.33 kg/cm<sup>2</sup>

- (2) 電抗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。

### 3.10 真空處理

#### 3.10.1 真空管路連接要領

- (1) 真空處理管路連接時除電抗器原有管路外，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。

#### 3.10.2 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(N<sub>2</sub>)，直到電抗器內絕緣油全部排出為止。當絕緣油全部排出後應立即啟動真空泵，開始抽真空。

#### 3.10.3 抽真空要領

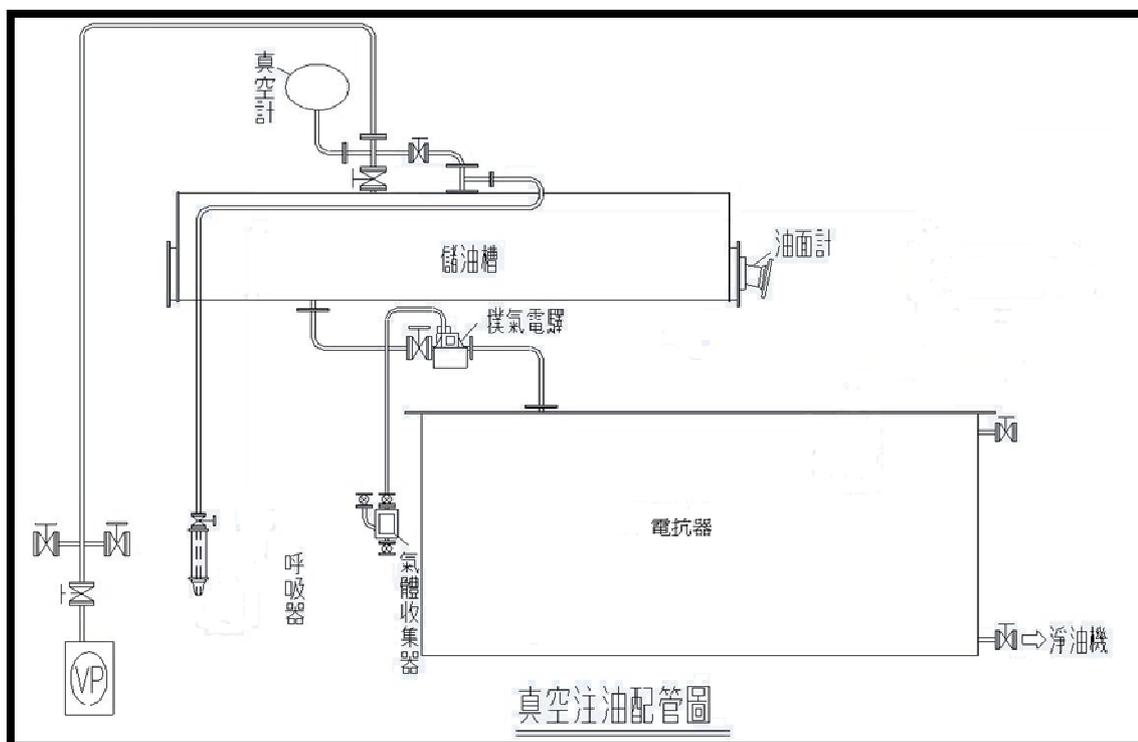


圖3.1 真空注油配管圖

(1) 各氣室壓力均衡調整

電抗器在現場安裝過程中，藉由抽真空之方法除去電抗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

電抗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)	
	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電抗器之絕緣性能，電抗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	12
33 kV 以下	4

(4) 真空洩漏試驗

#### A. 施工要領

- a. 電抗器經內部接續及外裝工作完成後，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，應立即關閉真空閥探漏，不可繼續抽真空，以免外界濕氣進入電抗器內部影響品質。
- c. 真空處理到該電抗器電壓等級真空保持時間後，關閉真空泵、立刻計時進行真空洩漏試驗；並於每隔 5 分鐘紀錄真空度一次，包含關閉真空泵前之真空度共計 13 次，取 20 分、10 分、60 分時真空度，依下列公式來計算，合格洩漏量為  $C < 0.2$  Torr。

$$\{ 20 \text{ 分 (Torr)} \} - \{ 10 \text{ 分 (Torr)} \} = A \text{ (Torr)}$$

$$\{ 10 \text{ 分 (Torr)} \} - A \text{ (Torr)} = B \text{ (Torr)}$$

$$\{ 60 \text{ 分 (Torr)} \} - B \text{ (Torr)} = C \text{ (Torr)}$$

#### B. 注意事項

- a. 真空洩漏試驗之目的主要在測試電抗器外殼之氣密性，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，電抗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 分鐘內之真空度未予採計。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

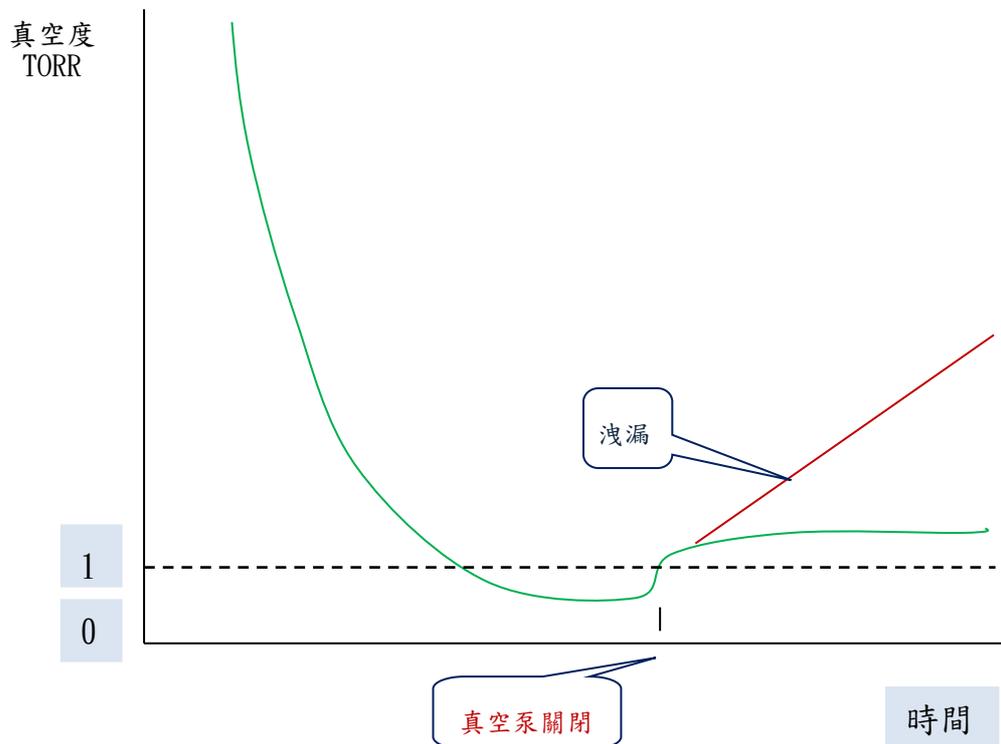
#### A. 施工方法

- a. 電抗器氣室(油室)真空保持時間到達規定值且經真空洩漏量測試合格後，應立即進行注油工作，在注油期間真空泵仍繼續運轉，使電抗器氣室保持抽真空狀態，即所謂之真空注油作業。
- b. 絕緣油由電抗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. 電抗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。以確保電抗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 油面調整

電抗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。

### 3.11.1 施工要領

- (1) 油面調整工作前先停止真空注油作業，並完成破真空步驟。
- (2) 確認油面與油面溫度曲線圖相符。
- (3) 自本體呼吸器管路緩緩注入氮氣(N<sub>2</sub>)約 0.1 kg/cm<sup>2</sup>時立刻停止灌氣，其他氣室關閉中，將油袋整平。
- (4) 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。
- (5) 拆除氮氣(N<sub>2</sub>)管路裝上呼吸器並將本體呼吸器管路之閥打開，讓電抗器保持正常使用狀態。
- (6) 絕緣油靜置完成並將所有放氣栓及氣體收集器逐一放氣，將電抗器內部殘留之氣體完全排出。
- (7) 完全放氣後，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油面溫度曲線關係圖之要求。
- (8) 電抗器經靜置達 24 小時後，必要時可再進行放氣栓放氣工作。
- (9) 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 3.3。

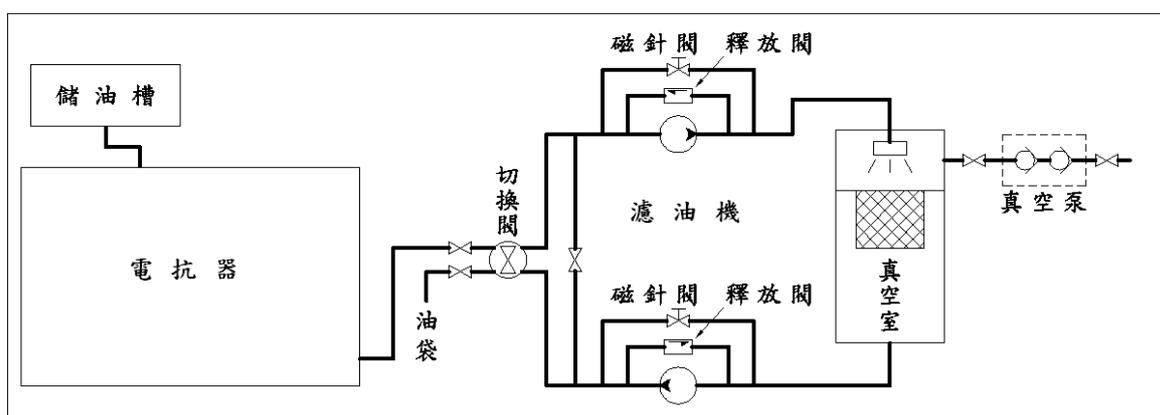


圖3.3油面調整管路配置圖

### 3.11.2 注意事項

- (1) 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。
- (2) 考慮早、中、晚之溫差變化及電抗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。
- (3) 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。
- (4) GIB 等請參照 GIS 施工綱要規範辦理。

## 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。

表3.14電抗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 45°C				
	第三段 50°C				
自動停止	第一段 CB OFF				
	第二段 40°C				
	第三段 45°C				
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3.15 電抗器警報測試方法

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	第一組冷卻器電源跳脫	使試跳按鈕動作	52-1
5	第二組冷卻器電源跳脫	使試跳按鈕動作	52-2
6	第三組冷卻器電源跳脫	使試跳按鈕動作	52-3
7	第一組冷卻風扇過載	使 TH-RY 動作	49P-1 49F-11 49F-12
8	第二組冷卻風扇過載	使 TH-RY 動作	49P-2 49F-21 49F-22
9	第三組冷卻風扇過載	使油 TH-RY 動作	49P-3 49F-31 49F-32
10	交直流電源欠壓	將 NFB Trip	8A 8H 8D 52M 27T
11	主體放壓裝置 (96D)	將放壓裝置計內兩端子短路	A1-A2
12	繞組溫度計	模擬針盤溫度計上昇	WAT1-WAT2
13	油溫過高	模擬針盤溫度計上昇	AT31-AT32
14	衝擊油壓電驛(96P)	以該電驛測試用螺桿插入向上推	S01-S02
15	針盤油面計 (TR.)	將油面計內兩端子短路	OL1-OL2
16	撲氣電驛第二段	將電驛內兩端子短路	BT1-BT2

17	撲氣電驛第一段	將電驛內兩端子短路	BA1-BA2
18	油中可燃性氣體檢出	將兩端子短路	TCG1-TCG
19	LA 氣體壓力第一段	將兩端子短路	1GC1-1GC2 2GC1-2GC2 3GC1-3GC2
20	LA 氣體壓力第二段	將兩端子短路	1GC1-1GC3 2GC1-2GC3 3GC1-3GC3
21	CHD 氣體壓力第一段	將兩端子短路	1GB1-1GB2 2GB1-2GB2 3GB1-3GB2
22	CHD 氣體壓力第二段	將兩端子短路	1GB1-1GB3 2GB1-2GB3 3GB1-3GB3
23	GIB 氣體壓力第一段	將兩端子短路	1GA1-1GA2 2GA1-2GA2 3GA1-3GA2
24	GIB 氣體壓力第二段	將兩端子短路	1GA1-1GA3 2GA1-2GA3 3GA1-3GA3
25	備用		

表3.16 電抗器警報測試紀錄表

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(52-1)			
30-5	第二組冷卻器電源跳脫(52-2)			

30-6	第三組冷卻器電源跳脫(52-3)			
30-7	第一組冷卻器電源跳脫(49F1)			
30-8	第二組冷卻器電源跳脫(49F2)			
30-9	第三組冷卻器電源跳脫(49F3)			
30-10	電源欠壓 27C(包括 27T、8H、8A、8D、52M)			
30-11	本體放壓裝置(96D)			
30-12	繞組溫度過高(26W)105°C(ON)100°C(Off)			
30-13	油溫度過高(26Q)90°C(ON) 80°C(Off)			
30-14	衝擊油壓電驛(96P)			
30-15	本體油面過低警報(33QT)			
30-16	布氏電驛第一段(96B1)			
30-17	布氏電驛第二段(96B2)			
30-18	油中氣體檢出(TCG)			
30-19	LA 氣體壓力第一段			
30-20	LA 氣體壓力第二段			
30-21	CHD 氣體壓力第一段			
30-22	CHD 氣體壓力第二段			
30-23	GIB 氣體壓力第一段			
30-24	GIB 氣體壓力第二段			
30-25	備用			

現場施工人員簽名(檢查人員)：

工地主任(負責人)簽名：

### 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電抗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)電抗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)屋外型電抗器或屋內型電抗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)外觀顏色

屋內型電抗器須符合國際油漆協會標準 MUNSELL NO. N7.5 與台灣油漆公會 #37 真珠灰相近，屋外型電抗器須符合國際油漆協會標準 MUNSELL NO. 5G 2/3 與台灣油漆公會 #9 墨綠相近之要求；露出屋外部分須配合建築物牆面之顏色著相同顏色，以維景觀一致。

- (2)塗漆膜厚達 120um 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 3.17。

表3.17 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。	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 在查驗期間對一般工作項目之抽驗。</li> <li>2. 採無預警方式辦理抽驗。</li> </ol>
監造部門	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 監造部門主管自行查驗</li> <li>2. 檢驗員依照施工檢驗停留點規定項目查驗。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 監造部門主管隨機自行抽驗一般工作項目。</li> <li>2. 檢驗員依照自主檢查項目及一般工作項目抽驗。</li> </ol>

B. 抽、查驗督導項目

包括品質管理制度及施工品質及進度。

C. 督導頻率

分定期督導與不定期督導。

(2) 自主檢查

除契約另有規定外，施工自主檢查之檢驗項目及標準如下

電抗器施工自主檢查表(1/6)

工作名稱				
承攬廠商				
檢查位置	檔位編號：	檢查日期		
檢查時機	<input type="checkbox"/> 停留檢驗點	<input type="checkbox"/> 見證檢驗點	<input type="checkbox"/> 施工中檢查	<input type="checkbox"/> 施工完成檢查
檢查結果	<input type="checkbox"/> 檢查合格	<input checked="" type="checkbox"/> 有缺失需改正	<input type="checkbox"/> 無此檢查項目	
檢 查 項 目	檢 查 標 準 (定性化或量化數據)		實 際 檢 查 情 形	檢 查 結 果
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	清潔無脫漆、變形、破損		詳表3.5	
(4)運輸衝擊管制	詳 3.2.3 說明		詳自動紀錄表	
(5)本體運輸氮氣壓力檢查	正壓			
4.本體底座水平誤差量測	±2/1000 以內		詳表3.4	
5.防震橡膠之配置、數量與規格	符合設計圖說			
6.絕緣油耐壓試驗(臨時注油前)*	56kV 以上(VDE 電極， 2±0.03mm 間隙)			
7.臨時注油油面高度檢查	心體以上			
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。 查 驗 結 果：查驗合格者註明「○」，不合格者註明「×」，如無需查驗之項目則打「/」。 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「不合格品改善追蹤表」並限期改正。				

現場施工人員簽名(檢查人員)：

工地主任(負責人)簽名：

電抗器施工自主檢查表(2/6)

工作名稱				
承攬廠商				
檢查位置	檔位編號：	檢查日期		
檢查時機	<input type="checkbox"/> 停留檢驗點	<input type="checkbox"/> 見證檢驗點	<input type="checkbox"/> 施工中檢查	<input type="checkbox"/> 施工完成檢查
檢查結果	<input type="radio"/> 檢查合格	<input checked="" type="radio"/> 有缺失需改正	<input type="checkbox"/> 無此檢查項目	
檢 查 項 目	檢 查 標 準 (定性化或量化數據)		實際檢查情形	檢 查 結 果
8.開蓋期間環境溼度管制	80%以下			
9.伸縮接頭調整	符合設計圖			
10.本體及中性點接地線引接檢查	符合接地系統配置圖			
11.內部接續*				
(1)施工人員服飾檢查			詳表3.9	
(2)接續用工具材料數量規格檢查			詳表3.10	
(3)螺栓鎖緊力矩設定檢查	符合安裝說明書規定			
(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	符合設計標準			
(7)內部接續完成後油面回升高度	心體完全浸泡			
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。 查 驗 結 果：查驗合格者註明「○」，不合格者註明「×」，如無需查驗之項目則打「/」。 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「不合格品改善追蹤表」並限期改正。				

現場施工人員簽名(檢查人員)：

工地主任(負責人)簽名：

電抗器施工自主檢查表(3/6)

工作名稱				
承攬廠商				
檢查位置	檔位編號：	檢查日期		
檢查時機	<input type="checkbox"/> 停留檢驗點	<input type="checkbox"/> 見證檢驗點	<input type="checkbox"/> 施工中檢查	<input type="checkbox"/> 施工完成檢查
檢查結果	<input type="radio"/> 檢查合格	<input checked="" type="radio"/> 有缺失需改正	<input type="checkbox"/> 無此檢查項目	
檢 查 項 目	檢 查 標 準 (定性化或量化數據)		實際檢查情形	檢 查 結 果
12. 開啟人孔、手孔蓋板前降低油面至孔下方位置	100mm			
13. 等價露出時間管制			詳表 3.8	
(1)345kV 級電抗器	15 小時以內			
(2)161kV 級電抗器	21 小時以內			
14.電抗器熱油循環出口溫度控制	最高油溫限制於 80°C			
15.油密試驗*	目視無漏油			
16.熱油循環保持時間*				
(1)345kV 級電抗器	15 小時以上			
(2)161kV 級電抗器	8 小時以上			
17.中間試驗*				
(1)套管試驗△	RIP : 20°C PF% <0.85%			
	OIP : 20°C PF% <0.5%			
(2)介質電力因數試驗△	20°C PF% <0.5%			
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。 查 驗 結 果：查驗合格者註明「○」，不合格者註明「×」，如無需查驗之項目則打「/」。 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「不合格品改善追蹤表」並限期改正。				

現場施工人員簽名(檢查人員)：

工地主任(負責人)簽名：

電抗器施工自主檢查表(4/6)

工作名稱				
承攬廠商				
檢查位置	檔位編號：	檢查日期		
檢查時機	<input type="checkbox"/> 停留檢驗點	<input type="checkbox"/> 見證檢驗點	<input type="checkbox"/> 施工中檢查	<input type="checkbox"/> 施工完成檢查
檢查結果	<input type="radio"/> 檢查合格	<input checked="" type="radio"/> 有缺失需改正	/無此檢查項目	
檢 查 項 目	檢 查 標 準 (定性化或量化數據)		實際檢查情形	檢 查 結 果
(3)絕緣電阻試驗△	與出廠驗收試驗報告相近			
(4)直流電阻試驗△	符合出廠驗收試驗報告保證值			
18.真空保持時間				
(1)345kV 級 0.5 Torr 以下	24 小時以上			
(1)161kV 級 1.0 Torr 以下	12 小時以上			
(2) 33kV 級 1.0 Torr 以下	4 小時以上			
19.真空洩漏試驗*	C<0.2 Torr			
20.油面調整	符合油溫曲線範圍			
21.線圈溫度校正測試	±2°C 以內			
22.塗漆顏色檢查	符合規範要求			
23.蝶形閘及管閘檢查	啟閉正常			
24.備用之 CT 接線檢查	短路接地			
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。 查 驗 結 果：查驗合格者註明「○」，不合格者註明「×」，如無需查驗之項目則打「/」。 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「不合格品改善追蹤表」並限期改正。				

現場施工人員簽名(檢查人員)：

工地主任(負責人)簽名：

電抗器施工自主檢查表(5/6)

工作名稱				
承攬廠商				
檢查位置	檔位編號：	檢查日期		
檢查時機	<input type="checkbox"/> 停留檢驗點	<input type="checkbox"/> 見證檢驗點	<input type="checkbox"/> 施工中檢查	<input type="checkbox"/> 施工完成檢查
檢查結果	<input type="radio"/> 檢查合格	<input checked="" type="radio"/> 有缺失需改正	<input type="checkbox"/> 無此檢查項目	
檢 查 項 目	檢 查 標 準 (定性化或量化數據)		實際檢查情形	檢 查 結 果
25.電抗器屋外部份之各類配管接頭防水處理	密合完好			
26.電抗器屋外部份之接線箱防水處理	密合完好			
27.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3.14	
(2)ATS功能測試	自動切換正常			
(3)呼吸器功能測試	吸吐氣正常			
(4)除溼設備功能測試	功能正常			
(5)控制箱照明檢查	功能正常			
(6)閉鎖功能測試	功能正常			
(7)控制箱通風檢查	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。 查 驗 結 果：查驗合格者註明「○」，不合格者註明「✕」，如無需查驗之項目則打「/」。 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「不合格品改善追蹤表」並限期改正。				

現場施工人員簽名(檢查人員)：

工地主任(負責人)簽名：

電抗器施工自主檢查表(6/6)

工作名稱					
承攬廠商					
檢查位置	檔位編號：		檢查日期		
檢查時機	<input type="checkbox"/> 停留檢驗點	<input type="checkbox"/> 見證檢驗點	<input type="checkbox"/> 施工中檢查	<input type="checkbox"/> 施工完成檢查	
檢查結果	<input type="radio"/> 檢查合格		<input type="checkbox"/> X有缺失需改正		<input type="checkbox"/> 無此檢查項目
檢 查 項 目	檢 查 標 準 (定性化或量化數據)		實際檢查情形	檢 查 結 果	
28.警報及指示測試	顯示正常		詳表 3.15、3.16		
29 可燃性氣體檢出裝置功能測試	顯示正常				
30.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 TCG 試驗	10PPM 以下且 C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> +C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> =0				
31.完工試驗△	核對綜研所試驗報告須經判定符合規範要求				
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。 查 驗 結 果：查驗合格者註明「○」，不合格者註明「×」，如無需查驗之項目則打「/」。 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「不合格品改善追蹤表」並限期改正。					

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

電抗器竣工試驗至少應包含表 3.18『電抗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3.18電抗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. 套管電力因數試驗 (P.F.) 2. 電力因數試驗(P.F.) 3. 絕緣電阻試驗 4. 線圈直流電阻測試	1. 電力因數試驗(P.F.) 2. 絕緣電阻試驗 3. 線圈直流電阻測試 4. 溫度指示校正試驗 5. 警報及操作回路功能測試(含 RY) 6. 繞組變形試驗 7. 絕緣油 TCG 8. 絕緣油特性分析試驗

## 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〉