

出國報告（出國類別：其他）

關島 DEDEDO 電廠 CT2 發電機 故障檢修評估報告

服務機關：台灣電力公司

姓名職稱：呂家旭 8 等電機工程師

派赴國家：美國關島

出國期間：98 年 11 月 14 日～98 年 11 月 29 日

報告日期：98 年 12 月 24 日

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：關島 DEDED0 電廠 CT2 發電機故障檢修評估報告

頁數 9 含附件：☐是 ☒否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話

台灣電力公司

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

呂家旭/台灣電力公司/電力修護處/電機工程師/02-27853199-347

出國類別：☐1 考察 ☐2 進修 ☐3 研究 ☐4 實習 ☒5 其他

出國期間：98.11.14~98.11.29

出國地區：美國關島

報告日期：98.12.24

分類號/目

關鍵詞：

內容摘要：(二百至三百字)

2004.05.29 Dededo C.T. 發電廠#2 機發生故障跳機，初步檢視發現 Air Baffle 螺栓掉入 TE 側 V 相 W 相定子線圈間造成短路，導致下半部線圈（3~9 點鐘方向）表面灼焦並有線圈熔斷現象。關島電力局（GPA）委託台灣機電工程服務社於 2009.10.6 轉包電力修護處，進行 Dededo 發電廠#2 機修理評估並提出修復方案，供 GPA 參考決定採取何種檢修方式。

本文電子檔已傳至出國報告資訊網

(<http://open.nat.gov.tw/reportwork>)

目 錄

	頁次
壹. 出國目的	1
貳. 出國行程	1
參. 工作內容及過程	1
1. 定子線圈檢查評估步驟	1
2. 轉子線圈檢查評估步驟	1
3. 勵磁機檢查評估步驟	1
4. 軸承檢查評估步驟	1
5. 發電機各部量測及測試	2
6. 分析檢測資料	3
肆. 建議	7
1. 轉子維修方案	7
2. 定子線圈重繞維修方案	7

壹. 出國目的：

接受台灣機電工程服務社委託，執行關島 Dededo 發電廠#2 機修理評估工程。

貳. 出國行程：

日期	行 程
11 月 14 日	由台北啟程，前往關島
11 月 15 ~28 日	前往 DEDEDO 電廠進行#2 機修理評估工程
11 月 29 日	由關島啟程，返回台北

參. 工作內容及過程：

1. 定子線圈檢查評估步驟：
 - 1.1. 拆除損壞線圈。
 - 1.2. 檢測所拆除 53 支線圈（上線圈 43 支，下線圈 10 支）損壞情形。
 - 1.3. 量測絕緣電阻及耐壓試驗前，清理及乾燥剩餘未損壞的線圈。
 - 1.4. 電氣測試：
 - 1.4.1. 損壞線圈拆卸隔離前，量測定子線圈絕緣電阻。
 - 1.4.2. 線圈拆卸、清潔及乾燥後，量測定子線圈絕緣電阻。
 - 1.4.3. DC 耐壓測試。
 - 1.4.4. R.T.D. 量測。
2. 轉子檢查評估步驟：
 - 2.1. 轉子鐵心、軸、扣環清理。
 - 2.2. 軸頸清理。
 - 2.3. 轉子線圈清理及乾燥。
 - 2.4. 電氣測試：轉子線圈絕緣電阻及極平衡測試。
 - 2.5. NDE：扣環及軸頸 NDE 檢測。
3. 勵磁機檢查評估步驟：
 - 3.1. Armature 清理及乾燥。
 - 3.2. 整流二極體清理。
 - 3.3. 勵磁機激磁線圈清理及乾燥。

- 4. 軸承檢查評估步驟：
 - 4.1. 軸承清理。
 - 4.2. 絕緣電阻量測。
 - 4.3. NDE 檢測。

- 5. 發電機各部量測及測試：
 - 5.1. 定子部分檢測：
 - 5.1.1. R.T.D. 量測。
 - 5.1.2. 隔離損壞線圈後，量測定子線圈絕緣電阻及耐壓試驗。
 - 5.1.3. 量測拆除的上、下線圈絕緣電阻及耐壓試驗。
 - 5.1.4. 損壞線圈拆除前，定子鐵心 EL-CID 測試。
 - 5.1.5. 電熱器量測。
 - 5.2. 轉子部分檢測：
 - 5.2.1. 線圈絕緣電阻及極平衡測試。
 - 5.2.2. EE、TE 側扣環 NDE 檢測。
 - 5.2.3. 線圈清理及絕緣處理。
 - 5.2.4. 勵磁機部份：
 - A. Armature 線圈電阻及絕緣電阻量測。
 - B. 整流二極體測試。
 - C. 磁場線圈絕緣電阻及極平衡測試。
 - 5.3. 轉子軸頸 NDE 檢測。
 - 5.4. 散熱風扇葉片 NDE 檢測。
 - 5.5. 發電機轉子接地檢出系統檢測。
 - 5.6. 軸承部份：
 - 5.6.1. 絕緣電阻量測。
 - 5.6.2. 軸承 NDE 檢測。

6. 分析檢測資料：

依據故障情形及測試結果評估，建議修復方案。

6.1. 目視檢查：

6.1.1. GPA 維護人員已將轉子抽出。

6.1.2. 定子部分：

- (a) 在拆解評估前於 6 點鐘方向發現大約有 8 支線圈的銅導體已被電弧所熔斷。3 點鐘至 9 點鐘區間之線圈絕緣有燒毀現象。
- (b) 於檢測過程共拆除上線圈 (Top bar) 43 支，下線圈 (Bottom bar) 10 支。
- (c) 檢查發現有導體熔斷現象之線圈，上線圈 8 支 (編號 #T01~#T08)，下線圈 8 支 (編號 #B69~#B76)。
- (d) 端部絕緣損壞共 43 支上下線圈，上線圈 29 支 (#T09~#T28，#T70~#T78)，下線圈 18 支 (#B56~#B68，#B77~#B78，#B01~#B03)。
- (e) Air baffle：
 - TE 側：baffle 表面有高溫燃燒過的痕跡，且部分固定用螺孔有擴大現象。Baffle 拆解時支撐環上有一只螺帽隨著 baffle 固定螺栓脫落。
 - EE 側：無異狀。
- (f) 端部線圈內側支撐環，也就是 air baffle 安裝的位置。
 - TE 側：六點鐘位置的表面有燒焦的現象，八點鐘位置一只螺帽脫落。
 - EE 側：無異狀。
- (g) 定子鐵心：無異狀。

6.1.3. 轉子部分：

- (a) 轉子線圈表面附著因定子線圈燃燒時產生的大量碳粉及雲母碎片。
- (b) 於 TE 側扣環內側清出大量的碳粉及雲母片。
- (c) 轉子線圈清理後，發現 TE 側線圈間隔塊表面有過熱碳化現象。

(e) 轉子鐵心：發現端部槽楔及 slot teeth 有過熱跡象，此跡象表示曾經有負相序電流產生。

(f) 扣環：TE、EE 側扣環表面因高溫燃燒後有焦黑情形，經清理後檢視無異狀。

6.1.4 勵磁機：

(a) Armature 線圈：無異狀。

(b) 整流二極體：部分二極體與 Armature 線圈接合底座有鬆動現象，故將全部二極體拆解檢測，檢測發現#10 二極體於逆向電壓 1900V 時有 $10\mu A$ 洩漏電流，為運轉安全考量建議更換新品，其餘檢測無異狀，於轉子檢修期間，所有二極體須重新拆解塗抹接觸膏及以扭力扳手重新鎖緊、定磅。

(c) Armature 扣環：無異狀，部份表面有掉漆現象，以紅色凡立水加以修補防止扣環銹蝕，建議於轉子檢修時一併清理及噴漆。

(d) 磁場線圈：無異狀。

(e) 軸頸：表面有金屬磨擦的痕跡，經拋光後檢視無異狀。

6.1.5 軸承：

(a) 上半部軸承：局部表面有細小的刮痕，但無金屬磨擦的痕跡，經拋光後檢視無異狀。

(b) 下半部軸承：局部表面有金屬磨擦跡象、細小刮痕及巴氏合金附著於表面，經檢修及拋光後檢視無異狀。

(c) 軸承絕緣及底座：檢視無異狀。

6.1.6 發電機基礎螺栓、對心及外殼接地：

(a) 基礎螺栓：無異狀。

(b) 對心：因轉子已抽出，無法評估。

(c) 外殼接地：無異狀。

6.2. 檢測與量測：

6.2.1. 定子部份：

A. R.T.D.檢測結果：所有 R.T.D.測試結果僅供參考，為機組運轉可靠度因素，建議 RTD 必須更換新品。

B. 未受損線圈檢測結果：正常。

C. 拆除的損壞線圈檢測結果：
53 支線圈須送廠修理。

D. 定子鐵心：使用 ADWELL EL-CID 進行鐵心損失檢測。

檢測依據：依 ADWELL 建議在 4%額定激磁安匝時，若檢出損失小於 100mA，則鐵心狀態為良好。

(a) 在未拆卸損壞前進行鐵心檢測，檢測結果顯示 TE、EE 兩側鐵心異常 (>100mA)，鐵心中間區塊檢測結果正常 (>100mA)，測試報告詳如附件。

(b) 線圈拆卸及鐵心清潔後，目視檢查無異狀及 EL-CID 檢測結果顯示各槽鐵心損失均低於 100mA。

E. 電熱器檢測結果：正常。

F. TE 側線圈端部支撐塊目視檢查：

Air Baffle 安裝的支撐環，六點鐘方向表面有燒焦的現象，八點鐘方向一只螺帽脫落，支撐環須整體修復。其餘支撐塊檢視無異狀。

G. EE 側線圈端部支撐塊目視檢查，檢視評估結果：無異狀。

H. TE 側線圈端部支撐環目視檢查，檢視評估結果：須整修及部分更換新品。

I. EE 側線圈端部支撐環目視檢查，檢視評估結果：無異狀。

6.2.2. 轉子部分：

A. 轉子線圈：

(a) 絕緣電阻

檢測評估結果：異常，線圈有接地現象。

(b) 極平衡（轉子線圈清理乾燥前）

檢測評估結果：異常，線圈有層間短路現象。

- 清理乾燥前：因絕緣電阻為 $0\text{M}\Omega$ ，當極平衡測試電壓上升至 80V 時，於 TE 側即有煙霧產生。
- 清理乾燥後：線圈絕緣電阻仍為 $0\text{M}\Omega$ ，極平衡測試電壓可上升至 110V ，但維持大約 1 分鐘後，於 TE 側再次產生煙霧。
- 此現象表示發電機故障所產生的導電的物質（如：碳粉附著在絕緣材料上）附著於線圈間，以多種方式盡力清除碳粉，還是無法完全清除。

(c) 線圈電阻

檢測結果： $306.0\text{m}\Omega$ 僅供參考。

- 建議轉子必須運送至發電機修理廠，拆卸扣環做更詳細的檢測及修理。
- 若故障位置發生於線圈槽內，就須進行線圈重繞。

B. EE、TE 側扣環：NDE 檢測結果無異狀。

C. 勵磁機 Armature 部份：

(a) 絕緣電阻量測

測試結果：正常。

(b) 線圈電阻量測（整流二極體拆除後）

檢測結果：正常。軸頸：NDE 檢測結果無異狀。

D. 散熱風扇葉片：葉片編號：T1、T3、T5、T7、T9、T11、T13、T15、T17、T19、T21 PT 檢測發現異常，經拋光後再次檢測已無異常情形，其餘 NDE 檢測結果無異狀。

E. 轉子軸頸接地系統：

(a) 絕緣電阻量測

測試結果：絕緣不良。

(b) 目視檢查：

- 滑環表面有銹蝕現象，建議應將滑環表面磨光。
- 碳刷部分檢視結果無異狀。

6.2.3. 軸承部份：

A. 絕緣電阻量測

測試結果：正常。

B. 軸承 NDE 檢測結果無異狀。

6.2.4. 勵磁機磁場線圈部份：

A. 絕緣電阻量測

B. 線圈電阻量測

C. 極平衡測試

檢測結果：正常。

肆. 建議：

根據檢測結果，我們提出轉子維修方案及三個定子線圈修復方案。因 Air baffle 上螺絲掉落導致發電機故障跳脫，故建議 GPA 應對同型機組進行檢查，檢查週期：新機組運轉後第一年及每四年作一次檢查。

1. 轉子維修方案：

由於轉子部分線圈絕緣及線圈間隔塊經高溫燃燒導致線圈層間短路及接地現象，經多日清理及加熱乾燥後還是無法排除故障，因此轉子必須運送至發電機修理廠，進行拆解扣環及細部檢測。若故障點不是在線圈端部，則轉子須線圈重繞。

轉子維修可採兩階段進行，階段維修內容如下：

1.1. 第一階段：

1.1.1. 轉子 RUNOUT 檢測。

1.1.2. TE、EE 兩側扣環拆卸後轉子檢查及測試。

1.1.3. 若檢查確定故障點於線圈端部，將其故障點修復即可。

1.2. 第二階段：在兩側扣環拆卸後轉子檢查及測試後，故障點不是位於線圈端部，則轉子須線圈重繞才可能修復。

2. 定子線圈重繞維修方案：

方案 A：更換所有線圈。

方案 B：更換局部線圈。

方案 C：損壞線圈修復。

上述修復方案內容如下：

2.1. 方案 A 更換所有線圈。

向發電機原製造廠家訂購新定子線圈及重繞所需材料備品後，於現場進行線圈重繞工作。

- 定子線圈重繞檢查項目

- A. 新品 Bars 檢視。
- B. 拆卸舊線圈。
- C. 重繞前鐵心檢測：
- D. 確認新 R.T.D. 規格及功能正常。
- E. 下線圈測試
- F. 上線圈測試
- G. 槽楔緊度試驗。
- H. 線圈重繞完後電氣試驗
- I. 定子線圈自然頻率試驗

2.2. 方案 B 更換局部線圈。

向發電機原製造廠家訂購更換損壞線圈所需之新定子線圈（Bars）及所需材料備品，於現場進行線圈重繞工作。在重繞前必須將其他線圈一併拆卸檢查及修復。

- 定子線圈重繞檢查項目

- A. 拆卸定子線圈。
- B. 重繞前須檢測所有定子線圈，並將損壞線圈修復。
- C. 新品 Bars 檢視。
- D. R.T.D. 測試
- E. 重繞前鐵心檢測：
- F. 確認新 R.T.D. 規格及功能正常。
- G. 下線圈測試
- H. 槽楔緊度試驗。
- I. 線圈重繞完後電氣試驗
- J. 定子線圈自然頻率試驗

2.3. 方案 C 損壞線圈修復

拆卸所有定子線圈後，將未損壞線圈檢測若有損傷須將其修復。使用相同尺寸的導體，於損壞處將線圈導體重新連接，接著絕緣重新包紮，待修復的線圈測試合格後再回裝所有線圈。

- 定子線圈重繞檢查項目

- A. 損壞線圈檢修及測試
- B. 檢視修復之線圈。
- C. R.T.D.測試
- D. 確認新 R.T.D.規格及功能正常。
- E. 重繞前鐵心檢測
- F. 下線圈測試
- G. 上線圈測試
- H. 槽楔緊度試驗。
- I. 線圈重繞完後電氣試驗
- J. 定子線圈自然頻率試驗