

# 核一廠與核二廠提升緊急柴油發電機電源可靠度相關

## 改善案人員訓練成效抽測結果報告

核能管制處

九十一年九月廿四日

### 一、前言

九十年三月十八日凌晨，楓港、恆春地區季節性的鹽霧害，使超高壓 345 仟伏輸電線路不穩定，先後發生多次超高壓 345 仟伏輸電線路跳脫狀況，導致核三廠一號機於 0 時 46 分發生安全交流電源系統 A 串緊要匯流排故障，連帶使得當時另一廠外交流電源 161 仟伏亦隨之跳脫，在 B 串緊急柴油發電機啟動失敗下，最後造成一號機兩串緊急電源匯流排同時失電的事件。

318 事件後核三廠根據原能會業務單位調查團，原能會獨立調查團及國科會調查團對此次事件之結論與建議，提出提升緊急柴油發電機可靠度相對應之改善措施，而本會亦針對對應之改善措施成立管制追蹤案件 HQ-9004，同時為確保核電廠值班運轉人員能熟悉緊急柴油發電機相關改善案內容和緊急柴油發電機故障排除之操作程序，本會特別針對三座核電廠不同班別之值班運轉人員進行相關緊急柴油發電機改善案訓練成效之抽測，抽測方式分筆試與口試，期使值班運轉人員能清楚明瞭改善案內容及修正後緊急柴油發電機故障排除之操作程序，以避免 318 事件之情況再發生。其中核三廠部分已於九十一年二月六日完成，因此本報告只針對核一廠與核二廠值班運轉人員訓練成效進行分析與討論。

## 二、抽測方式及範圍

在以機組運轉安全考量為前提下，人員抽測之選擇方式，非運轉機組當值之機動班及訓練班採筆試測驗之方式進行，而運轉中機組值班人員之挑選以 SRO 運轉員、RO 運轉員、ARO 運轉員及現場實際操作柴油發電機之運轉人員為主，採逐一口試方式進行，測驗內容與筆試測驗題同，口試時皆有持照運轉人員替代被抽測人員之崗位，備以應付處理機組突發狀況。

抽測範圍以核一廠與核二廠相關緊急柴油發電機故障排除訓練課程所使用之教材為測驗範圍，抽測試題及答案如附件所示。

## 三、抽測結果

本會於中華民國九十一年八月九日上午九時三十分假核一廠訓練中心教室，舉行核一廠提升緊急柴油發電機電源可靠度相關改善案人員訓練成效抽測之筆試，到場測驗人數計 21 人；現場接受口試人員計 12 人，核二廠因訓練課程排課問題，延至中華民國九十一年九月三日上午及下午執行筆試，到場測驗人數共計 27 人，現場接受口試人員計 11 人，總計核一廠與核二廠參加筆試和口試人員測驗成績多在 80 分以上，合乎運轉人員測試之及格標準，其中核一廠不及 70 分者僅 1 人，為開關場/汽渦輪機值班員，核二廠不及 70 分者有 4 人，分別為水廠值班員、廢料控制室值班員、汽機值班員、鍋爐值班員，前述人員因平日工作範疇均不包含緊急柴油發電機之操作，因此緊急

柴油發電機之操作及故障排除較生疏。

#### 四、結語

本會此次舉辦核一廠與核二廠提升緊急柴油發電機電源可靠度相關改善案人員訓練成效抽測，旨在測驗運轉值班人員對緊急柴油發電機電源可靠度相關改善案內容之了解程度和熟稔緊急柴油發電機故障排除之操作方式，如此才能確保運轉人員對機組突發狀況之判斷及處理能力。

綜觀此次運轉人員筆試及口試成績多能合乎運轉人員測試之及格標準，顯見核一廠與核二廠對 318 事件後，緊急柴油發電機電源可靠度相關改善案內容及故障排除操作之訓練成效良好，部分未達及格標準人員均為非持照運轉人員且其平時工作範疇不含緊急柴油發電機之操作，因此核一廠與核二廠值班人員對機組喪失交流電源之處理應已能完全掌握，機組運轉安全當能得以確保。

至於核一、二廠未能達 70 分以上者，若調任緊急柴油發電機操作相關職務前，應請台電公司於調任前，在加強訓練並測試合格後，方得為之。

（若需進一步瞭解本案之內容，請洽本會核管處宋清泉先生

TEL：22322153）

# 核一廠提升緊急柴油機電源可靠度相關改善案 人員訓練成效抽測試題與解答

核能管制處  
91年8月9日

問題一：當緊急情況下起動柴油機時，若無法成功，檢查若是 86 未動作則如何處理？

答案：檢查若是 86 未動作則模擬 LOCA 信號來起動柴油機(A 台以跨接線跨接 H11-P626 K11A RELAY 3、4 接點，B 台以跨接線跨接 H11-P627 K11B RELAY 3、4 接點)。

問題二：D/G 起動後如果 D/G 斷路器無法投入，可採行之措施為何？

答案：斷路器無法投入以三用電表之直流電壓檔量測斷路器控制迴路電源保險絲兩端，若量測值為 130VDC，即表示該保險絲已溶斷，更換該保險絲後將 BKR 推入，如果仍無法投入，則知電氣課人員檢修。

問題三：D/G 起動失敗若檢查是 86 動且 87 警報出現，則如何處理？

答案：檢查若是 86 動作，且 87 警報出現，則通知電氣課人員檢修。

問題四：D/G 起動後發電機無電壓頻率指示，若確認為喪失直流電源所採行之措施為何？

答案：以三用電表之直流電壓檔量測現場第一、二盤控制盤內的控制迴路電源保險絲兩端，若量測值為 130VDC，即表示該保險絲

已熔斷，更換該保險絲。

問題五：D/G 起動後發電機後若失敗原因是因為起動空氣壓力小於 100psi 請說明如何處置？

答案：空氣壓力表顯示 < 100psi；將空壓機從 AUTO 切換至 HAND 以起動空壓機，如果空氣壓力仍無法 100psi 則通知修配課人員檢修。

問題六：D/G 由現場緊急起動，電壓及頻率均不正常請問如何處理

答案：1.於現場控制盤下按下 FIELD FLASH OPEN 按鈕，查看柴油發電機是否有電壓與頻率，如果仍然沒有電壓與頻率，則通知電氣課人員檢修。

2.柴油發電機無法調整電壓(4160V)與頻率(60Hz)則拆除 TBA-B(53)接線由電氣 GOV 控制改為機械 GOV 控制後若仍無法調整電壓(4160V)與頻率(60Hz)，則通知電氣課人員檢修。

問題七：D/G 手動起動後按下 IDLE RELEASE 按鈕則 D/G 轉速達 900rpm 但出現 OVERSPEED 警報請問如何處理？

答案：按下 IDLE RELEASE 按鈕後轉速已達 900RPM，但出現 OVERSPEED 警報，如果是第一次出現此跳脫狀況，則復歸 OVERSPEED 後按下 RESET 按鈕，再復歸 LOCKOUT

RELAY，再起動柴油機。如果是第二次出現此跳脫狀況，則拆除 TBA-B(55)接線改由機械跳脫保護，再起動柴油機。如果是第三次出現此跳脫狀況，則將機械調速器之 SPEED 設定旋鈕向左(逆時針)旋轉至 SPEED 設定指示降低約一大格，再起動柴油機。經前面三次努力而仍無法起動柴油機則通知電氣人員檢修。

問題八：D/G 保護條件有那些？

答案：1.起動 5 秒內 < 200RPM(起動失敗)

2.轉速 > 1035RPM(超速跳脫)

3.發電機相間短路或接地(87 差動電驛動作)

4.延時過電流(51V 電驛動作)

5.失磁(40 電驛動作)

6.電力逆送至發電機(32 反向功率電驛動作)

7.曲軸箱壓力 > 1”H<sub>2</sub>O

8.護套高水溫 > 250

9.柴油機轉速 200RPM，而潤滑油壓力 < 20psig 超過 25

問題九：如果 D/G 起動失敗時是因為起動空氣不足所致但空氣壓力表顯示壓力 100psi 請問如何處置？

答案：空氣壓力表顯示 100psi；更換控制盤內 R1X1、AV1A、AV2A、AV1B、AV2B RELAY，(這些 RELAY 的位置分別位於左邊排第 2、10、11、12、13 等)，然後拆除 TD2X RELAY 之第 1 腳接線(線號：132)兩條，(其位置在中間排第 7 個 RELAY)，以隔離 HIGH C'CASE PRESS.、LOW LUBE OIL PRESS.、HIGH JACKET WATER TEMP.等警報，然後按下 RESET 按鈕，再復歸 LOCKOUT RELAY，再起動柴油機後檢查下列各項；

- a.柴油機仍然無法起動，且空氣閥門未動作；通知儀控課人員檢修。
- b.柴油機仍然無法起動，且空氣閥門已動作；通知電氣課人員檢修。

## 核二廠 EDG 簡易故障排除試題

問題一：當緊急情況下起動 DIVI 柴油機時若引擎無法起動而 Unit Failure to start 警報存在，請問首先應如何處理？

1. 查看起動空氣壓力是否低於 150psig 以下。
2. 查看 unit tripped 燈是否亮著。

問題二：當 DIV I EDG 起動失敗而 Unit Failure to start 報警出現而 Unit trip 燈亮表示有跳脫信號，其處理方式為何？

- a. Barring Device 之固定栓脫出，引擎自動跳至 Maintenance 模式處理方法：爬上發電機頂部，將 Barring Device 之固定栓插入定位，再按 Return To Operational，Unit Tripped 燈即熄滅。
- b. (1)有電氣跳脫信號，此時須至 1(2)A3/1(2)A4 查看 186B 與 186D 電驛是否有動作。若是，則至少須先量發電機絕緣電阻值，確認無電氣故障之後，才能自主控室將 D/G BKR 控制開行瞬間扳至 Trip 位置，以復歸 186B 或 186D 電驛。  
  
(2)若是 186D 動作，則須再按 Emergency Stop Reset 按鈕以復歸引擎緊急跳脫邏輯。
- c. 若無上述 a、b 問題，則係引擎跳脫信號引起 Unit Tripped。引擎跳脫後 Unit Tripped 應在 2 分鐘後自動復歸；若不能自動復歸，則按 Emergency Start 按鈕可強制起動 D/G。



問題三：假設喪失外電 5th D/G 起動失敗，且 480V LOCB5 已失電，此時 5th D/G 須改為現場接 Main Starting Valve 之 ON 鍵開啟起動空氣閥方式起動，在到達現場後應先進行那些步驟？

1. 確認已完成對應 D/G 之 Alignment。
2. 確認 SGC DIESEL-GENERATOR 左起第 2 之琥珀色燈亮 ("SGC"OFF)
3. 確認 SLC DIESEL AUX SYST 之綠燈亮("SLC"ON)

問題四：若 DIV I EDG 之引擎已起動但發電機無電壓則如何處理？

- 1.3.1.1 打開 1(2)G07/1(2)G12 之激磁控制盤(該盤最左邊的門)。
- 1.3.1.2 查看 LR、K1 電磁開關是否在復歸位置(LR、K1 跳出為復歸)。
- 1.3.1.3 若 LR 未復歸，則用起子將其左方淺藍色裝置向外扳出以手動復歸之。
- 1.3.1.4 若 K1 未復歸，則直接用手將 K1 上部之紅色裝置向上推以復歸之；瞬間按 Field Flash 亦可復歸 K1(LR 須先復歸，否則 K1 無法復歸)。
- 1.3.1.5 確認 LR、K1 均已復歸之後，直接以手(用力)按下 FF 電磁開關上的可動部分，約四秒後放開，以進行手動激磁。
- 1.3.1.6 若電壓仍無法建立，則立即將引擎停止，洽電氣課檢修。

問題五：DIV I EDG 起動立即因超速而跳脫，可採行之措施為何？

2.1.1.1 復歸超速跳脫機構。

2.1.1.2 重新起動 D/G。

2.1.1.3 若仍超速跳脫，則拔除機械調速器上之電氣接頭(先左旋放鬆，再用力拔出)。

2.1.1.4 重複 2.1~2.3 動作。

2.1.1.5 若仍超速跳脫，則於機械調速器上將正中央之 speed 設定旋鈕向左(逆時針)旋轉至 speed 設定指示降低約大一格 (speed 設定共分成 24 大格) 。

2.1.1.6 重複 2.1~2.3 動作。

2.1.1.7 若仍超速，則洽修配課更換機械調速器。

問題六：若 DIV I EDG 起動後，但其 BKR 無法閉合，則如何處理？

4.1.1.1 確認 1(2) A301/401 及 1(2) A313/413 已開路。

4.1.1.2 將 D/G BKR 正下方中間之手動閉合裝置（鉤子狀）用力拉出，使 BKR 閉合。

問題七：若 HPCS EDG 起動後，電壓高於 4600v 以上或電壓低於 3300V，請問如何處理？

立即將 D/G 緊急停機，洽電氣課修理

注意：不要試著調低或調高電壓，否則將擴大設備損壞

問題八：若 DIV I EDG 起動後頻率不穩，請說明如何處置？

6.1 於機械調速器上除其電氣接頭(左旋放鬆，再用力拔出)。

6.2 若無效，則洽修配課派員檢修。

注意：若引擎 Hunting 很厲害，則先將之停掉，進行 3.1 動作，再重新起動

問題九：假設喪失外電時 DIV D/G 起動後因電氣保護電驛動作而跳脫，此時須先如何處理？

1. 查看 186B 與 186D 電驛是否有動作

理由：須先查看保護電驛，若有動作，須量測發電機絕緣電阻值，必要時須再量測匯流排絕緣電阻值，以確認無電氣故障存在。