

出國報告（出國類別：其他）

海外火力發電廠發電設備及機組狀況評估現勘工作

服務機關：台灣電力公司

姓名職稱：廖永全 電力修護處第四工作隊經理

黃貞誠 電力修護處中部分處第二工作隊課長

莊光裕 電力修護處第三工作隊課長

派赴國家：馬紹爾群島共和國/南太平洋

出國期間：107年8月12日至107年8月27日

報告日期：107年9月11日

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：海外火力發電廠發電設備及機組狀況評估現勘工作

頁數 14 含附件：是 否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

廖永全/台灣電力公司/電力修護處/第四工作隊經理/02-27853199

黃貞誠/台灣電力公司/電力修護處中部分處/第二工作隊課長/04-7363666

莊光裕/台灣電力公司/電力修護處/第三工作隊課長/02-27853199

出國類別：1 考察 2 進修 3 研究 4 實習 5 開會 6 其他

出國期間：107 年 8 月 12 日至 107 年 8 月 27 日

派赴國家/地區：馬紹爾群島共和國/南太平洋

報告日期：107 年 9 月 11 日

關鍵詞：

MEC (Marshalls Energy Company)馬紹爾能源公司

Deutz BVM640/Caterpillar 3616/S.EM.I PIELSTICK 10PC2V 柴油發電機組廠牌型式

內容摘要：(二百至三百字)

馬紹爾群島共和國外交部長 7 月底訪台時，提出馬國首都馬久羅 (Majuro) 正值發電機組大修，造成馬久羅地區有供電吃緊問題，期能派員協助給予建議或指導，故台電公司受外交部委託，前往馬紹爾首都馬久羅實地勘察當地電廠發電、供電及機組大修情形，針對實際情況給予適切的建議，確保馬國首都供電穩定。

本文電子檔已傳至公務出國報告資訊網 (<https://report.nat.gov.tw/reportwork>)

目錄

頁次

一、國外公務之目的與過程.....	1
二、國外公務之心得與感想.....	12
三、出國期間遭遇之困難與特殊事項.....	13
四、對公司之具體建議.....	13

海外火力發電廠發電設備及機組狀況評估現勘報告

一、國外公務之目的與過程

(一) 前言

馬紹爾群島共和國外交暨貿易部席克部長 (Hon. John Silk) 於 107 年 7 月 27 日率團拜會我經濟部沈部長榮津，席間曾告以馬京 2 電廠合共 7 部發電機組運轉，其中兩機組已損壞，另 1 部機組訂於本年 8 月 6 日啟動歲修，為期 3 個月，所餘 4 機組（其中尚有 2 機組將屆齡退役）無法滿載，倘因不堪負荷或遇定期檢修，恐致電力中斷，至盼我派員協助尋覓備用發電機，並檢視維修流程協助縮短期程等語。鑒於本案對於馬國電力運轉及增進臺馬情誼至為重要，爰業獲沈部長指示本公司協助，嗣於 7 月 31 日於經濟部國際合作處召開之協調會中復獲我公司代表進一步允諾在案，基於急迫性，台電公司同意由電力修護處派員於本年 8 月 12 日至 8 月 27 日赴馬京勘察，協助檢視上述發電廠供電機組及維修建議。

感謝駐馬紹爾共和國大使館大使唐殿文、副參事劉嘉平、三等秘書林志華的協助和照護，並感謝 MEC 的 Mr. Chong-Jum (張簡) 總經理 Jack 及 Steve、Rao、Ian 的協助使工作順利展開。

(二) 目的

參訪馬紹爾群島共和國馬國能源公司 (Marshalls Energy Company, 簡稱 MEC)，就 MEC 轄下的柴油發電機組進行現勘及狀況評估，依據評估內容給予適切之建議或改善方式。

(三) 過程

針對外交部和經濟部指示此行目的，調查馬久羅地區供電與電廠機組發電現況如下述：

1. 馬紹爾馬久羅供電狀況

(1) 機組現況

MEC 在馬久羅 (Majuro) 有 2 個電廠毗鄰，Power Station 1 設有 5 部機組 (#1~#5)，Power Station 2 設有 2 部機組 (#6、#7)；發電機組總裝機容量為 22.69MW，各機組廠牌型式如表 1 示。

表 1.機組主要規範

機組編號		#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7
引擎	廠牌	Peilstick	Peilstick	Peilstick	Peilstick	Caterpillar	Deutz	Deutz
	型號	10P C2V MK2	10P C2V MK2	10P C2V MK2	10P C2V MK2	3616	BV16M640	BV16M640
	RPM	450	450	450	450	720	600	600
	GOV	Woodward PGG	Woodward PGG	Woodward PGG	Woodward PGG	Woodward EGB29P	Woodward UG-40	Woodward UG-40
	增壓機						ABB VTR-354	ABB VTR-354
發電機	額定容量 KVA	4087.5	4087.5	勵磁機定部 拆卸；柴油機 缸頭、高壓 泵、搖臂、增 壓機、進排氣 管、側蓋移 除，曲軸、凸 輪軸部分生 鏽	發電機轉子 移除，磁極已 拆卸；柴油機 缸頭、高壓 泵、搖臂、增 壓機、進排氣 管、側蓋移 除，曲軸、凸 輪軸部分生 鏽	4187.5	8000	8000
	額定容量 KW	3270	3270			3350	6400	6400
	電壓 V	13800	13800			13800	13800	13800
	電流 A	171	171			175	334.7	334.7
	功因	0.8	0.8			0.8	0.8	0.8
	頻率	60	60			60	60	60
	相數	3	3			3	3	3
	製造年	1981	1981			1991	1997	1997
	製造廠	BRUSH	BRUSH			KATO	ABB	ABB
		Brushless	Brushless			Brushless	Brushless	Brushless
AVR	BRUSH TDAVR	BRUSH TDAVR	BRUSH TDAVR	BRUSH TDAVR	KATO KCR-760	BASLER DECS	BASLER DECS	
斷路器	BRUSH R4/2L MK4 OCB	BRUSH R4/2L MK4 OCB	BRUSH R4/2L MK4 OCB	BRUSH R4/2L MK4 OCB	BRUSH VCB	GEC ALSTHOM VISAX (ACB)	GEC ALSTHOM VISAX (ACB)	

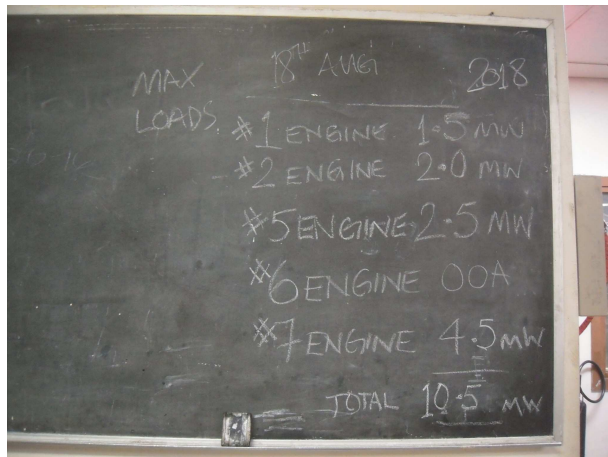
據悉#1~#4 機組廠房發生火災，造成#1~#4 機組故障，經整理後#1、#2 機恢復運轉，部分零件來自#3、#4 機。目前#3、#4 機之缸頭、高壓泵、搖臂、增壓機、進排氣管、側蓋全移除，曲軸及凸輪軸部分生鏽，#3 勵磁機定部線圈移除，#4 機發電機轉子抽出，勵磁機移除。訪查現場轉子元件拆光及磁極 15 只，勵磁機定部 1 具。#6 機原訂 2017 年大修，因#5 機發生火災受損，於 2018 年 7 月修復完成後，始於 2018 年 8 月 6 日開始#6 機大修。#6 機大修期間，部分機組老舊運轉受限，相關運轉資料整理如表 2。

表 2.機組運轉供電一覽表

編號	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7	合計
裝置容量 (MW)	3.27	3.27	故障	故障	3.35	6.4	6.4	22.69
機組負載 (MW) *1	1.5	2.0	無	無	2.5	大修中	4.5	10.5
用電量 (MW) *2	5.2 ~ 8.2							

*1：機組負載為 2018 年 8 月該機組可使用之最大發電量。

*2：用電量為 8/15~8/23 上班時段所觀察到瞬間最高用電量。



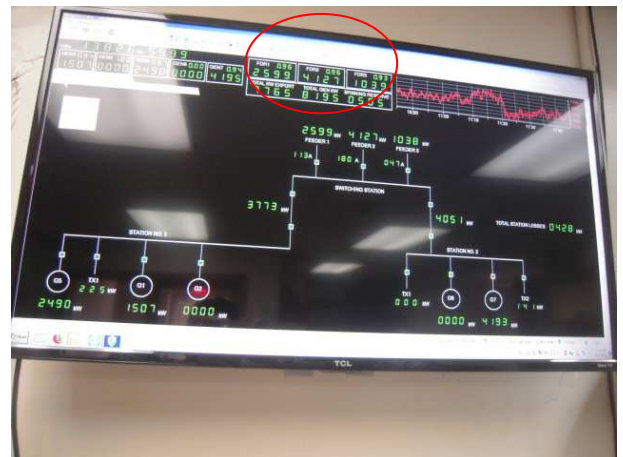
8/18 電廠機組可運轉輸出最大負載



8/17 機組發電出力負載



8/21 機組發電出力負載 1



8/21 機組發電出力負載 2

(2) 機組大修對供電影響

#6、#7 機組裝置容量最大，評估馬久羅地區用電需求約在 8~10MW 間，這兩部機若同時使用，幾乎足以供應馬久羅地區用電，所以#6、#7 機的狀態是馬久羅地區穩定供電的關鍵。又因機組檢修或歲修所需零組件不足（或交貨期程延宕），造成維

修流程及期程無法大幅縮短。

另外電廠維護人員有提出幾個問題，#6 機 A7&B7 大端側面異常磨損、小端軸承更新組裝方式、 #7 機 No.2 主軸承高載升溫異常等，我方與電廠維護人員進行交流討論並提供意見予以參考。

#1~#7 發電機輸出電壓為 13.8KV，#1~#5 併聯於 BUS 1 (13.8KV)，#6、#7 併聯於 BUS 2 (13.8KV)，兩 BUS 經斷路器連接送至配電中心 (13.8KV)。配電分饋線 3 條，饋線 1 送電至機場、Woja 至 LAURA Substation，降壓至 4.16KV (舊系統未更新) 供電 LAURA 地區；饋線 2 送至 JENROK Substation，降壓至 4.16KV (舊系統未更新) 供電 Jenrok、Rita 至 Ejit island 地區；饋線 3 供電馬久羅地區。廠用變壓器 (13.8KV/480V 1600KVA) 降壓至 480V 至 MCC 盤，馬達電壓為 480V；一般市用電則用 13.8KV/220V/110V 或 4.16KV/220V /110V 降壓使用。#1~#4 機設備老舊如控制設備 AVR 和電力斷路器屬油斷路器開關，檢修已無備品使用。

#6 機大修期間，電廠以#7 機 (max. 4.5MW) 為基載，運轉人員適當輪流調度機組運轉，而#1~#5 機組設備老舊，運轉可靠度低。其 SCADA 系統有 spinning reserve 項目，如低於 0.2MW (200KW) 規定就必須另有機組加入運轉。8/22 日#5 機因過濾器差壓偏高停機檢修中，同時#2 機組也發生溫度偏高警報，亦停機等待查修，MEC 電廠全系統備轉可用容量只餘 505KW，發電及供電壓力很大。當有 1 台機組故障跳機時，系統出現容量不足跳機全停電的機率很高。如在#6、#7 機無法運轉下，電力系統負載將會超過發電量，造成限電。馬國的 1/3 人口在美國，用電負載高峰期在聖誕節前後全家團聚和慶祝負載約為 10~11MW，夏天則學生返家為另一高峰用電負載約為 9MW；所有機組必須在聖誕節前後保持可發電狀態。



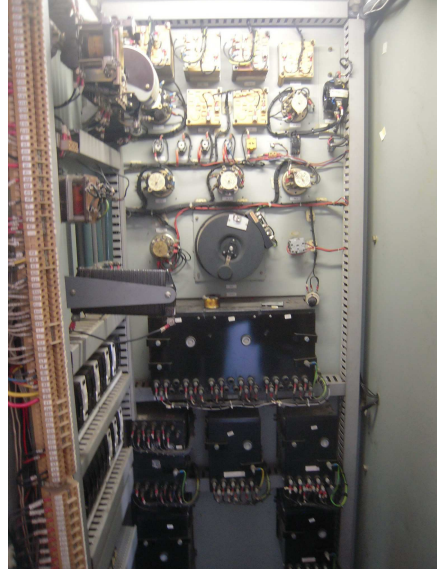
#6 機 A7 大端側面磨損位置



#6 機 B7 大端側面磨損位置(已修復)



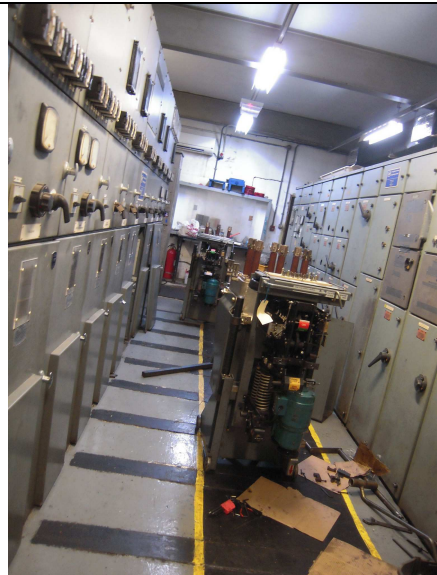
#1 機控制面盤



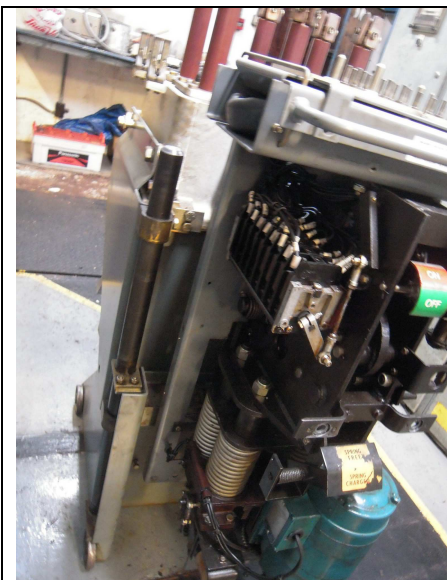
#1 機控制盤內部



#1 機用 BRUSH AVR



#1~#5 機 13.8KV SWITCHGEAR 室



13.8KV OCB 斷路器



13.8KV OCB 斷路器

2.大修現況

(1) 大修工作內容

目前#6 機組進行 24,000hrs 大修，電廠維修部門是依照原廠手冊排定工作內容，但部分項目依他們使用現況進行增減，不見得所有該做的都會做，長期下來，若無完善的管理機制，可能會疏忽部分關鍵維修保養。#6 機組裝機運轉 20 年，空氣冷卻式高壓發電機線圈未在歲修中安排清理、檢查及測試，並不符合台電公司電業查驗標準之要求。#6 機組運轉 24,000 小時，歲修項目主軸承、增壓機、空氣冷卻器、潤滑油冷卻器及發電機勵磁機皆未拆檢，實有令人擔心的疑慮。除#5 機外各機組柴油管路皆有滲漏柴油情形，極易引發火災，應立即改善。

發電機大修由現有 GROUP 執行，工程師告知進行 (1) 軸承檢查和開兩側大蓋目視檢查線圈，(2) 線圈噴漆絕緣處理作業，(3) 發電機耐壓測試，(4) 電氣輔助設備絕緣測試，(5) 斷路器檢修動作時間測試，(6) 馬達清潔整理更換軸承作業，(7) 壓力、溫度感測元件校調作業，(8) 電氣表計校調作業，(9) 保護電驛校調作業，(10) 振動試驗測試。又測試用直流高壓試驗器送澳洲校驗，如 FLUKE 儀器送當地 FLUKE 公司校驗。

2018 年 8 月 15 日#6 機運轉累計時數為 107696 小時，#7 機運轉累計時數為 88158 小時。#6 發電機通風出口加封密閉，外殼油機端未感受有加熱器使用，勵磁機部分有電熱氣加熱，發電機輸出引線未拆，顯示本次大修主要配合柴油機大修，發電機未

執行 24,000 小時大修，目前未有發電機進行絕緣定期量測監測紀錄，儀資元件未拆解、校調。現場有輔機馬達拆解，清潔整理和更換軸承後回裝。工程師告知將配合配合機械警報、跳機測試；由維護資料可預期在大修結束前將會有儀資元件量測調校測試。經查維護歷史資料，#6 號機最近維護資料為 2013/5/30（運轉累計時數 71923 小時），#7 機為 2012/4/24（運轉累計時數 67168 小時），有儀器元件校調和馬達絕緣資料。2016/10/21 記錄運轉累計時數#1 機：35176，#2 機：44116，#5 機：07779，#6 機：99182，#7 機：74562。2016/11/10 起發電機執行計畫性檢修 7 天。#2 機儀資元件異常，自行查修； #1~#5 機 Switchgear 室有技術人員檢修油斷路器，其檢修斷路器開斷閉合動作是否順暢，其詢問如何清潔套管，告知使用酒精來加以清潔。#6、#7 機裝有線上部分放電監測器，運轉中監視發電機絕緣狀況。



馬達拆裝檢修



OCB 斷路器檢修



儀資元件檢修

Stator insulation resistance test to earth						
At 500V						
L1 Phase	≥ 5 kV					
V Phase	≥ 5 kV					
W Phase	≥ 5 kV					
All Phases	≥ 5 kV					
Rotor insulation resistance test to earth						
Stator	≥ 500 V					
Rotor	≥ 500 V					
Stator polarization index test						
All Phases	≥ 9 kV	1 Min	10 Min	PI		
Load test results						
Machine Load		No Load	25%	50%	75%	100%
Line Voltage						
Line Amps						
Frequency						
Output (MW)						
Output (MVA)						
Excitation Field Amps						
DE Bearing Temperature						
NEB Bearing Temperature						
Winding RTD 1						
Winding RTD 2						
Winding RTD 3						
Winding RTD 4						
Winding RTD 5						
Winding RTD 6						
Winding RTD 7						
Winding RTD 8						
Winding RTD 9						
Winding RTD 10						
Winding RTD 11						
Winding RTD 12						
Winding RTD 13						
Winding RTD 14						
Winding RTD 15						
Winding RTD 16						
Winding RTD 17						
Winding RTD 18						
Winding RTD 19						
Winding RTD 20						
Winding RTD 21						
Winding RTD 22						
Winding RTD 23						
Winding RTD 24						
Winding RTD 25						
Winding RTD 26						
Winding RTD 27						
Winding RTD 28						
Winding RTD 29						
Winding RTD 30						
Winding RTD 31						
Winding RTD 32						
Winding RTD 33						
Winding RTD 34						
Winding RTD 35						
Winding RTD 36						
Winding RTD 37						
Winding RTD 38						
Winding RTD 39						
Winding RTD 40						
Winding RTD 41						
Winding RTD 42						
Winding RTD 43						
Winding RTD 44						
Winding RTD 45						
Winding RTD 46						
Winding RTD 47						
Winding RTD 48						
Winding RTD 49						
Winding RTD 50						
Winding RTD 51						
Winding RTD 52						
Winding RTD 53						
Winding RTD 54						
Winding RTD 55						
Winding RTD 56						
Winding RTD 57						
Winding RTD 58						
Winding RTD 59						
Winding RTD 60						
Winding RTD 61						
Winding RTD 62						
Winding RTD 63						
Winding RTD 64						
Winding RTD 65						
Winding RTD 66						
Winding RTD 67						
Winding RTD 68						
Winding RTD 69						
Winding RTD 70						
Winding RTD 71						
Winding RTD 72						
Winding RTD 73						
Winding RTD 74						
Winding RTD 75						
Winding RTD 76						
Winding RTD 77						
Winding RTD 78						
Winding RTD 79						
Winding RTD 80						
Winding RTD 81						
Winding RTD 82						
Winding RTD 83						
Winding RTD 84						
Winding RTD 85						
Winding RTD 86						
Winding RTD 87						
Winding RTD 88						
Winding RTD 89						
Winding RTD 90						
Winding RTD 91						
Winding RTD 92						
Winding RTD 93						
Winding RTD 94						
Winding RTD 95						
Winding RTD 96						
Winding RTD 97						
Winding RTD 98						
Winding RTD 99						
Winding RTD 100						

原廠建議 stator 試驗電壓 5KVdc 表格

2018 JWP

AV TIME

U	V	W
5	5	5
10	10	10
15	15	15
20	20	20
25	25	25
30	30	30
35	35	35
40	40	40
45	45	45
50	50	50
55	55	55
60	60	60
65	65	65
70	70	70
75	75	75
80	80	80
85	85	85
90	90	90
95	95	95
100	100	100
105	105	105
110	110	110
115	115	115
120	120	120
125	125	125
130	130	130
135	135	135
140	140	140
145	145	145
150	150	150
155	155	155
160	160	160
165	165	165
170	170	170
175	175	175
180	180	180
185	185	185
190	190	190
195	195	195
200	200	200
205	205	205
210	210	210
215	215	215
220	220	220
225	225	225
230	230	230
235	235	235
240	240	240
245	245	245
250	250	250
255	255	255
260	260	260
265	265	265
270	270	270
275	275	275
280	280	280
285	285	285
290	290	290
295	295	295
300	300	300
305	305	305
310	310	310
315	315	315
320	320	320
325	325	325
330	330	330
335	335	335
340	340	340
345	345	345
350	350	350
355	355	355
360	360	360
365	365	365
370	370	370
375	375	375
380	380	380
385	385	385
390	390	390
395	395	395
400	400	400
405	405	405
410	410	410
415	415	415
420	420	420
425	425	425
430	430	430
435	435	435
440	440	440
445	445	445
450	450	450
455	455	455
460	460	460
465	465	465
470	470	470
475	475	475
480	480	480
485	485	485
490	490	490
495	495	495
500	500	500

10th Dec 2015 33°C
10:00 AM 38%

發電機耐壓試驗至 15KVdc

ABB Drives Maintenance

Generator type: **HEC 11201-12**
Generator serial no: **AS5-9304 (16)**

Maintenance M/MCC: **23000** Operating hours: **23000** Number of starts: **10000**

Comments: **BITTER OIL CHANGE DUE TO AUTOMATED PROMPTED FOR STAR POINT SWAY**

Elect. part: Connection of high-voltage cables checked
 Connection of control cables checked
 Space heater checked
 Generator opened and inspected

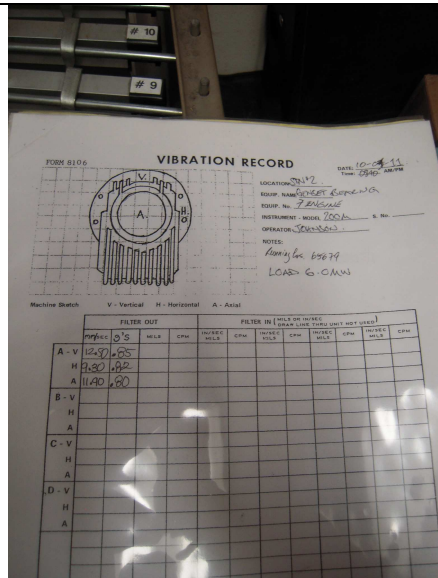
Comments: **STAR POINT SWAY CHECKED OUT BY SWITZER DRIVING & MILL'S NEIL BALLAGH**

Mech. part: Couplings checked
 Foundation bolts checked
 Foundation checked
 Machine in general checked
 Machine opened and checked
 Bearing opened and checked

Comments: **NEXT CHANGE = 23000**

For files: Issued by: **Pauline** Date: **10/12/15** Page: **1**

發電機機械部分維護項目



振動測試紀錄

ENGINE OVERSPEED TEST PROCEDURE

DATE: **12/1/15** ENGINE # **7** ENGINE HOURS: **53159**

NOTE: - THIS TEST REQUIRES 3 PEOPLE.

1. START THE ENGINE UP TO 400 RPM.
2. INSIDE THE ENGINE CONTROL PANEL PRESS THE "TEST OVERSPEED" PUSHBUTTON AND KEEP THIS DEPRESSED.
3. RAISE THE ENGINE SPEED AND OBSERVE THE ENGINE RPM DISPLAY.
4. THE ENGINE SHOULD SHUTDOWN ON OVERSPEED BEFORE 600 RPM.
5. NOTE THE EXACT SPEED THE ENGINE SHUTSDOWN AT.
6. RESET THE OVERSPEED BY PUSHING THE "RESET OVERSPEED" BUTTON
7. RESET ALARMS ON THE ENGINE PANEL.
8. RESTART THE ENGINE TO CHECK THE SYSTEM IS NORMAL.

ENGINE RPM @ TRIP POINT: **585**

TEST CARRIED OUT BY: **John, Neil, & Ailing.**

機組過速試驗紀錄

EXHAUST TEMPERATURE TESTING RECORD

ENGINE # **6** ENGINE HOURS: **5117** TESTED BY: **Deborah**

DESCRIPTION	ID#	PROBE DISPLAY	TEST VALUES
		TEMP	TEMP
Exhaust Temp After Turbo	541	345	444, 454, 453, 518, 544, 531
Exhaust Temp Before Turbo	542	345	444, 454, 453, 518, 544, 531
Exhaust Temp Before Turbo	542	345	444, 454, 453, 518, 544, 531

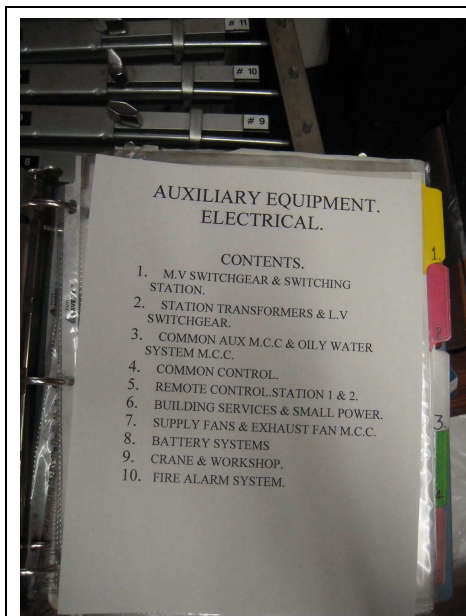
儀資元件調校紀錄

M.V. V.C.S. DIGITRIP SETTINGS

LOCATION/IDENTIFICATION	F1
SLOPE	I2T
PHASE LONG DELAY PICKUP	0.25, 0.35
PHASE LONG DELAY TIME	1.00
PHASE SHORT DELAY PICKUP	1.00
PHASE SHORT DELAY TIME	0.05, 0.54, 0.15
PHASE INSTANTANEOUS	1.25, 1.50
DISCRIMINATOR	N/A
GROUND LONG DELAY PICKUP	NONE
GROUND LONG DELAY TIME	-W-
GROUND SHORT DELAY PICKUP	-E-
GROUND SHORT DELAY TIME	-W-
GROUND INSTANTANEOUS	-W-
PHASE HIGH LOAD TIME	1.0s
FREQUENCY	6
C.T. PHASE	100
C.T. GROUND	100

* NEW SETTINGS 2015 APRIL 2002, IN 10 MINUTE

保護電驛設定紀錄



輔助設備維護項目



線上部分放電偵測器

(2) 大修人力

據電廠稱，參與#6機大修機械維護部門計14員，經多日觀察實際參與人數約6~10人不定，無法維持穩定人力。目前大修之機械部分由首席工程師及兩位副手主導，他們工作經驗已二十多年，技術能力並無問題，而是其他人員經驗或能力略嫌不足，無法自行克服工作上的難題，因此大多數人員不能單獨作業，導致工作無法展開而延誤工期。前述參與大修之人員肩負其他機組日常維護，有時需抽身維修其它運轉的機組，因而影響原本大修工作進程。

電氣人力有工程師1人下有4名電氣技術人員和2名空調技術人員，工程師係英國人，技術人員是本地人皆由工程師在工作中訓練養成。一般性發電機檢查，以現有人力足以完成電氣和儀資大修工作，工期可配合機械大修作業；但發電機抽轉子後的大修工作項目較多，以目前MEC電氣人力是無法承擔，將會成為關鍵性工作，影響工期。

(3) 備品與後勤資源

本次大修須使用液態氮冷縮連桿小端軸承，馬久羅本島耗材資源不足，液態氮須從瓜加林島運送過來，8/21運出、8/31才能抵達電廠。本次大修備品分兩次採購，第一批去年(2017)11月下單今年(2018)5月交貨，第二批今年(2018)5月下單，

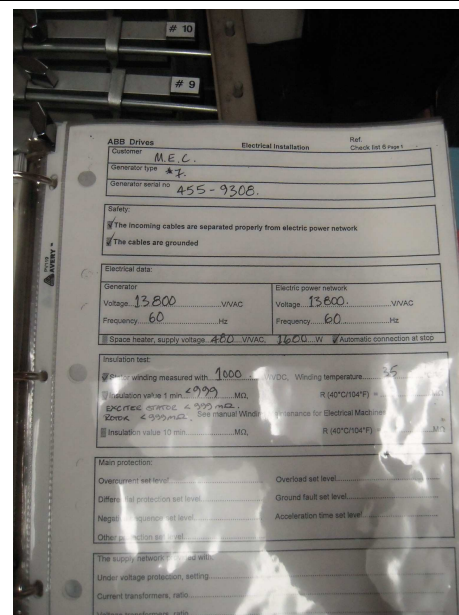
預定 8 月底交貨。馬久羅島上可買到所需板材、管材或角（型）鋼等五金材料，電廠人員可自行製作大修特殊工具，島上並無機械加工廠可幫忙加工。

現場有表計不準確，未更換，技術人員告知預算不足，無法迅速購新更換。發電機電壓為 13.8KV，廠方量測絕緣則目前只使用 1000Vdc 量測，係其絕緣試驗儀器僅有之最高電壓等級，另有 1 具高壓試驗器可達 15KVDC 以上只有工程師會操作，維護資料中僅有#7、#1 機分別於 2015 和 2016 有耐壓測試至 15KVDC。又斷路器測試未見 cycle counter 紀錄，無法判定斷路器各相極是否同步投入和斷開之性能。

#1~#4 機廠內吊車可吊 15 噸，#1~#4 發電機轉子可在現場抽轉子；#5 機則為小型吊具，不能用於發電機轉子吊搬用，發電機後方空間無法供發電機轉子抽出；#6~#7 機廠內吊車可吊 5 噸，但發電機轉子重量 14850 kg，而且發電機後方空間不足，無法原地拆解抽出發電機轉子。



指示 370V 故障電表（正確 480V）



維護 stator 試驗電壓 1KVdc 紀錄



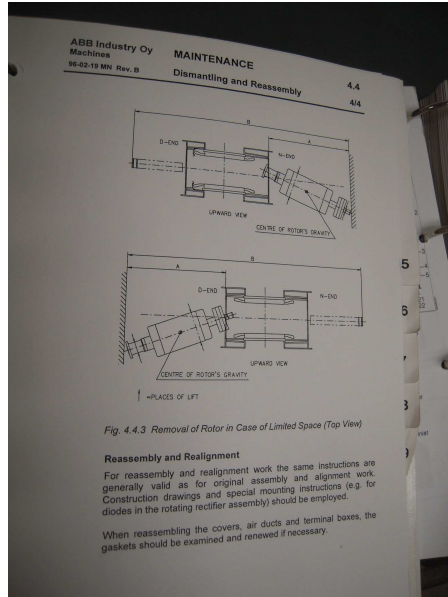
#1~#4 機廠房吊車



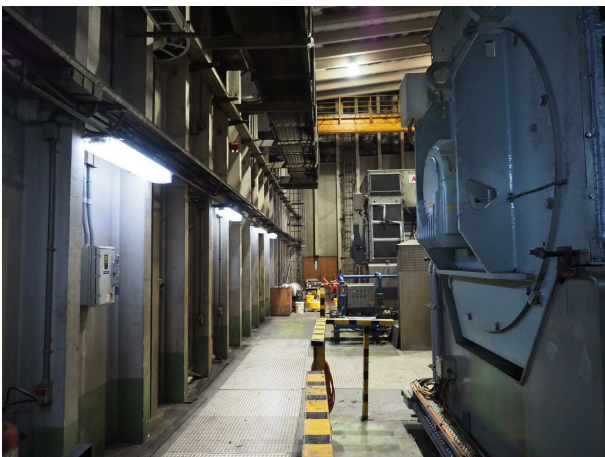
#6~#7 機廠房吊車



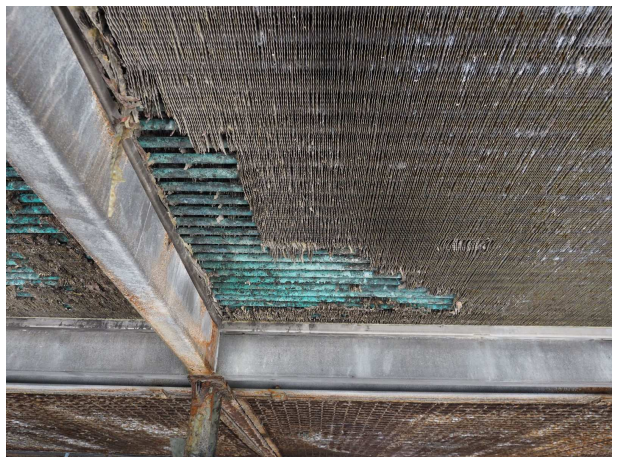
#5 機廠房吊車



#6、#7 機原廠建議發電機抽轉子方法



#6、#7 機發電機後方空間，不足以將轉子抽出



#6 機冷卻水塔散熱鰭片破損嚴重，將影響冷卻水降溫效果

二、國外公務之心得與感想

(一) 機組大修對供電影響

1. #1、#2 機較老舊且妥善率不佳，其負載無法達到裝置容量 80%，因此使得#6、#7 機負載占比過高，系統風險隨之提高。
2. 若馬久羅用電需求在 8MW 以下時，可安排#6 或#7 機任一機組執行大修工作，尚有機組可作為待機備用；若用電需求超過 9MW 以上時，所有機組必須上線使用，無任何備用機組，此時任何一部機組故障即造成供電缺口，穩定供電極為困難。
3. 在 MEC 運轉模式下，如#6 或#7 機大修時，當有 1 台機組故障跳機時，系統出現容量不足跳機的機率很高。若#6、#7 機同時無法運轉下，電力系統將會限電。由其維護模式觀察，油、水過濾器造成溫度或差壓偏高警報出現時需安排停機更換；一部（#6）大修，一部（#7）機需要維護，機會是有的，造成發電吃緊或缺電。又#6 機預定 10 月底完成大修，#7 機預估於明年初大修，且大修材料備品到齊後才執行，廠方期望本公司能派員協助大修縮短工期，但廠方尚在規劃#7 機大修採購，能否如期大修無法預期；又馬國規劃 2020 年後汰換舊機組裝設 2.0MW × 6 機組，這段期間會又多次逢#6 或#7 大修或檢修，限電危機機率很高。

(二) 大修現況

1. 大修工作內容

- (1) 若單純從維修技術面來看，雖然本處未曾維修過這種大型機組，但基本功相似，技術層面差異不大。
- (2) #1~#7 機大修維護紀錄自 2013 年後的資料很少，#6 發電機未執行 24,000 小時大修，目前未有發電機進行絕緣定期量測監測紀錄，儀資元件未拆解、校調。現場有輔機馬達拆解，清潔整理和更換軸承後回裝。工程師告知將配合配合機械警報、跳機測試；查既有維護資料#6 發電機及附屬設備（馬達除外）電氣維護並未與柴油機維護同步。
- (3) #1~#4 機廠內吊車可於現場抽吊發電機轉子；#5 機吊車，不能用於發電機抽轉子吊搬用，發電機後方無足夠空間將發電機轉子抽出；#6~#7 機廠內吊車可吊 5 噸，

但發電機轉子重量 14850 kg，而且發電機後方空間不足，無法原地拆解抽出發電機轉子。

2. 大修人力

(1) 該廠機械首席工程師及其副手技術均佳，具備主導維修的能力，關鍵是沒有足夠且優質的工作人員。如果本處介入維修，若沒有完整的維護團隊，要縮減大修工期也很困難，因此目前問題的關鍵不是沒有技術，而是缺乏有效人力，此為要縮減大修工期的關鍵因素之一。

(2) 電氣工程師經驗豐富，技術員教育程度不高，但簡單作業可以獨立作業，侷限於已知經驗。

3. 備品與後勤資源

(1) 影響大修工期另一關鍵因素是大修待料（包括備品與耗材），若本處介入維修，相關後勤資源預先投入的程度與建立即時採購物料之管道，也是攸關能否縮減大修工期的要件。

(2) 絕緣試驗儀器電壓等級偏低，測試絕緣儀器、和 Cycle counter 儀器等電氣測試儀器短缺。

三、出國期間遭遇之困難與特殊事項

電信通訊是派外人員在國外很重要的工具，馬紹爾共和國的電信公司是 NTA（National Telecommunications Authority）公司，台灣的 i-phone 7 手機和 Motorola Droid Turbo 手機是無法使用當地電信預付卡，只能購買 WI-FI HOT-SPOT 卡片在 NTA 特定點網路連線使用，而旅館房間和電廠皆不能連上；旅館的 WI-FI 房客是不能使用，電信通訊聯絡方便性不足。因此，派至馬紹爾共和國出差，手機的選擇要事先了解，避免通訊的不便。

四、對本公司之具體建議

(一) 增設發電機組，在#6 或#7 機長期維護期間，可以有效分散負載，應付系統緊急所需，確保供電的穩定性。增設之發電機組期能在馬國規劃 2020 年汰舊更新機組前達成。

1. 購置全新發電機組，發電機、控制盤或電力盤等可應馬國現況直接規劃。
2. 購置舊機組並搬移至馬國，則舊機組之發電機電壓等級如不同可增設升壓電力變壓器，控制盤或電力盤要與電廠現今設備同步，且容易被整合監視和控制。

(二) 提高#1、#2、#5 機組的發電效率，減少對#6 或#7 機的依賴度，需更加落實#1、#2、#5 機維護保養工作，花費更多時間處理及改善機組現況。

1. 目前各機組增壓機轉速明顯偏低（如#2 機組 B 側及#7 機組 A 側增壓機），造成高排溫且機組出力降低，電廠無法自行維修增壓機須送至國外，建議電廠每部機組購入壹台增壓機當作備用，且培養自行維護增壓機之能力。
2. 各部機組大修要定期執行並預估供電需求，妥善安排各機組維護時程，避開用電負載高峰期，且#6、#7 機大修排程應最為優先考慮。

(三) 明確記錄機組維護工作時程與內容，條列式列出日期、時數、工作項目及運轉測試資料，以便排定機組未來之工作項目或釐清機組故障之原因。

1. 建立工作維護資料檔案可提供預防保養和大修工作規劃用。維護模式在電氣、儀資維護仍維持現狀為宜。在預算不足下，馬達配合柴油機大修除更換軸承外，線圈清潔後可以自行噴凡立水絕緣漆，提高絕緣能力。
2. 24,000 hrs 需列入發電機抽轉子、主軸承、增壓機、空氣冷卻器、潤滑油冷卻器、勵磁機等工作項目，並落實平常保養及整理整頓的工作。

(四) 加強人力技能訓練，提升人員獨立作業能力

1. 建議對電氣測試儀器教導使用，以合宜適當的測試儀器量測。購置合宜測試儀器以工作中教導（On Job Training）來提升施工、操作及測試能力，並可避免現場人力因送外派訓造成人力短缺困擾。
2. 藉增壓機維護時，於現場教導電廠人員，傳授自主修護的能力。

(五) 備品與後勤資源

1. MEC 應編預算購置大修電氣測試儀器並教導使用。
2. 發電機抽轉子大修列入關鍵性路徑作業，MEC 大修電氣人力和工期需增加，即維護預算要增加。
3. 機組施行大修工作前，所需各項備品需一次購入並完成交貨，避免備品不齊影響工作進度。