

出國報告（出國類別：實習）

進行隨鑽測井(MWD)系統操作及技術研 習

服務機關：台灣中油股份有限公司

姓名職稱：林仲伯/石油開採工程師

徐育宏/石油開採工程師

林建穎、曹柏梓/井務技術員

派赴國家：中國大陸

出國期間：106年7月10日至106年7月24日

報告日期：106年8月4日

摘要

本案計畫外出國係根據 Measurement While Drilling (MWD) System, 05BM01 採購案，引進新設備，進行隨鑽測井(MWD)系統操作及技術研習。依照合約規定，廠商需免費提供本公司人員至原廠為期 2 周操作培訓課程、維修培訓課程。

本次出國參訓人員計 4 人，出國日期為 2017 年 07 月 10 日至 2017 年 07 月 24 日止，共 15 天。訓練課程安排如下：

7 月 11 日

1. 摸底考試
2. APS 公司及產品介紹
3. 系統概述

系統結構和組成

井底測量系統和參數規格

脈衝器、渦輪發電機、探管

脈衝器、運動控制元件、流量開關介紹

地面系統分解

SIU、測試箱及相應的感測器

4. 其他相關功能部件

下載、安裝、移除主要工程軟體

5. 程式設計軟體介紹

介面及各部分模組的作用

7 月 12 日

6. 編程軟體操作

根據現場實際情況選擇資料序列

設置編碼方式

練習掌握各個軟體各部分模組的作用

儀器設備連接

更新儀器硬體

7. 解碼箱 (SIU)

解碼箱功能及介紹

連接操作

更改相關設置

8. SSCC 軟體操作手冊、介面

軟體功能介紹

建立、設置一口井的資料

設置工具零長、校正值

7月13日

9. 間隙及地面理論信號強度計算

10. SSCC 軟體操作

查看信號強度

儀器串連接及測試

建立下鑽資料

設置工程角差、零長等

即時資料處理、SIU 資料下載

匯出井程資料報告

探管記憶體資料下載及分析

11. 脈衝器相關操作

部件認識

功能介紹

組裝閥組

間隙設置

定轉子拉拔工具的使用

7月14日

12. 渦輪發電機連接

13. 井底測量系統和輔助手工具
 - 懸掛接頭、無磁鑽鈹的選擇
 - 脈衝器尺寸和間隙選擇
 - 井底測量系統下鑽演練和高邊設置
 - 找中器類型及尺寸選擇
 - 吊裝工具的使用
 - 儀器串連接操作
14. 系統裝配設置和井底測量系統測試
 - 設備清單核實
 - 壓力感測器安裝
 - 司鑽顯示器設置

7月17日

15. 典型故障排除
 - 噪音類型和排除
 - 通過地面測試但井底測量系統不工作
 - 脈衝工作但不解碼
 - 信號干擾及解碼問題
 - 無法連接司鑽顯示器
 - 堵漏材料
 - 其他問題
16. 解決培訓期間遺留問題

7月18日

17. 脈衝器組裝介紹、入廠功能測試
18. 脈衝器軟體使用、資料下載及分析
19. 脈衝器、探管維護等級識別
20. 脈衝器注油培訓

7月19日

21. 探管組成介紹、入廠功能測試
22. 探管軟體使用、資料下載及分析
23. 探管滾動測試、震動測試、解碼測試

7月20日

24. 渦輪發電機測試
25. 渦輪發電機維護

7月21日

26. 地面系統維護培訓以及其它
27. 維修培訓期間遺留問題解決

7月24日

28. MWD 現場操作培訓考核

目次

一、	目的	第 7 頁
二、	過程	第 8 頁
1.	系統概述	第 8 頁
2.	測試與軟體操作	第 11 頁
3.	保養維修實際操作	第 21 頁
三、	心得及建議	第 26 頁

一、目的

鑽探工程處定向鑽井核心技術，是利用 Measurement While Drilling (MWD) System 隨鑽測井儀取得井程資料，並據此資料控制井程、定向鑽進至目標層。目前使用之隨鑽測井儀，自民國 93 年 8 月 26 日啟用至今，設備老舊已超過耐用年限，原廠(GEOLINK)被併購，相關零配件停產，在設備維護上，有確實之困難，Measurement While Drilling (MWD) System 隨鑽測井儀實有汰舊換新之必要。業經採購流程，引進新設備、新技術之 Measurement While Drilling (MWD) System 隨鑽測井儀。為加速人員熟習新設備、新技術之專業知識與操作，派員出國至製造商工廠參加教育訓練，冀望發揮新設備、新技術之最大效用。

二、 過程

本計畫外出國「進行隨鑽測井(MWD)系統操作及技術研習」安排教育訓練為 10 天，課程安排於 7 月 11 日至 7 月 24 日，大致分為軟體操作、井底測量系統測試、設備 1 至 2 級保養維護。

APS TECHNOLOGY 公司廣漢基地，廣漢基地是 20 多人的工作團隊，基地與當地油公司承租並共用一個廠區，負責整個中國大陸地區業務，包括設備維修、保養與定向鑽井、水平鑽井服務，每個員工身兼多職，異常忙碌，除了基地既有業務外，需配合服務工作，前往各油公司井場進行定向、水平鑽井工作。

1. 系統概述

在進行教育訓練前，APS TECHNOLOGY 公司安排「摸底考試」，作為學員專業知識程度測試，以作為講師教學參考。Measurement While Drilling (MWD) System 隨鑽測井儀，工作原理係利用井底測量工具測得井程方位角、傾角、工具面等資料，將測得數據資料轉換為代碼，代碼以脈衝發生器產生壓力脈衝波方式傳送回地面，地面之壓力感測器偵測到壓力脈衝波，再將其轉為電子訊號，輸入解碼箱並透過電腦軟體解析訊號，使定向工程師能即時了解井程資料，據此控制井程、鑽進目標層。APS 之 Measurement While Drilling (MWD) System 隨鑽測井儀，分為地面系統及井底測量系統兩大部分。

地面系統包括：

電腦：作為人機界面為用戶和井底操量系統提供直觀的通訊介面。

解碼箱 (SIU2)：主要將井底操量系統測量資料解碼為直觀可讀的參數。

編程箱：通過與電腦連接井底測量系統，按照工程師要求，將其參數與序列編輯寫入探管，同時編程箱能提供起鑽後讀取井底測量系統資料。

工具串測試箱：在井底測量系統準備完成後，通過模擬井底測量系統工作狀態檢查整個工具串工作狀態。

無線司鑽顯示器：利用無線網路在司鑽臺上顯示需要的鑽井參數。

無線司顯電池充電器：給無線司鑽顯示器充電。

壓力感測器：安裝在鑽井平台之高壓立管上，感知泥漿壓力變化。

感測器信號線：為各種感測器提供信號傳輸通道。

井底測量系統：

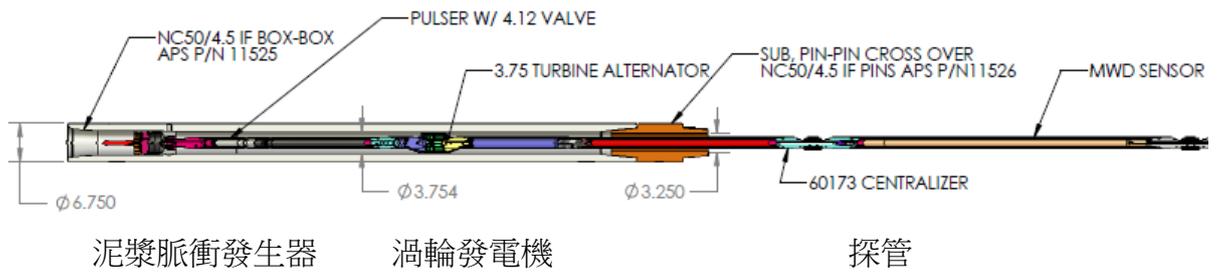


圖 1 井底測量系統



打撈矛 閥組 機械組件 運動控制組件 找中器

圖 2 泥漿脈衝發生器構造



圖 3 泥漿脈衝發生器葉片開啟畫面

渦輪發電機：透過泥漿帶動渦輪葉片而發電。



圖 4 渦輪發電機

探管：內置 3 個石英加速度計、3 個磁通門磁力計、2 個溫度感測器，以及 1 個帶有獨立加速計的震動模組，可以提供井程之傾角、方位角、工具面、溫度、旋轉狀態、震動等級等參數，內建 32MB 記憶體。

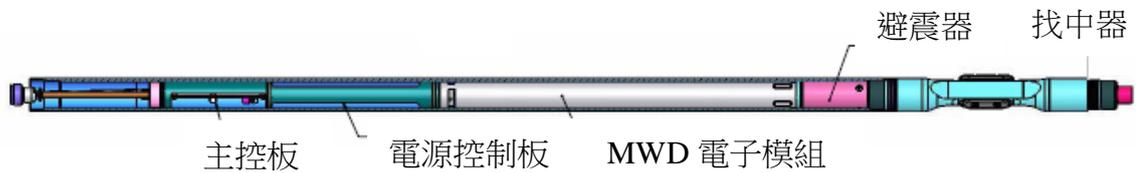


圖 5 探管構造圖

2. 測試與軟體操作

- (1). 編程箱：通過 MWD Master Interface 軟體，對儀器進行編程，或下載資料操作。



圖 6 編程箱連接示意圖

(2). 工具串測試箱：檢測泥漿脈衝發生器之流量開關工作是否正常；模擬脈衝信號，進行地面測試。



圖 7 工具串測試箱連接示意圖

部件	描述
狀態LED指示燈	LED燈顯示了各項儀器功能是否正常 Pulse：脈衝指示燈 Flow：流量開關指示燈 Flowstat GND / V-：線路連接情況指示燈
電壓讀數	LCD顯示幕會顯示電池或者工具串電壓
功能旋鈕	工具串測試箱模式選擇（從左到右）： V+（左一）：電源線一 V+（左二）：電源線二 BAT1/2：電池1/2電壓顯示 5V：脈衝器微處理器電壓顯示 CALIBRATE：用於校正
工具串下介面	用於連接工具串的找中器下接頭
工具串上介面	用於連接工具串的豬尾巴航空接頭
重置鍵	工具串測試箱斷路重置鍵

表 1 工具串測試箱指示燈意義

※須透過編程箱供電

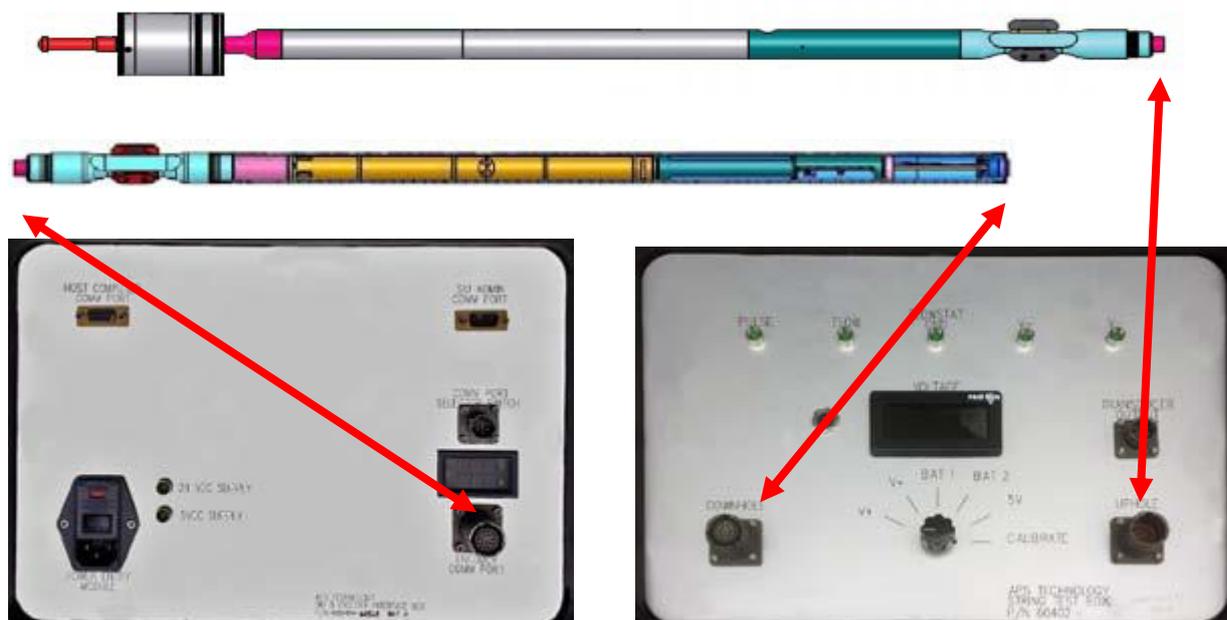


圖 8 工具串測試箱連接示意圖 2

(3). MWD Master Interface 軟體操作：為 MWD 探管編程並提供數據下載之軟體。

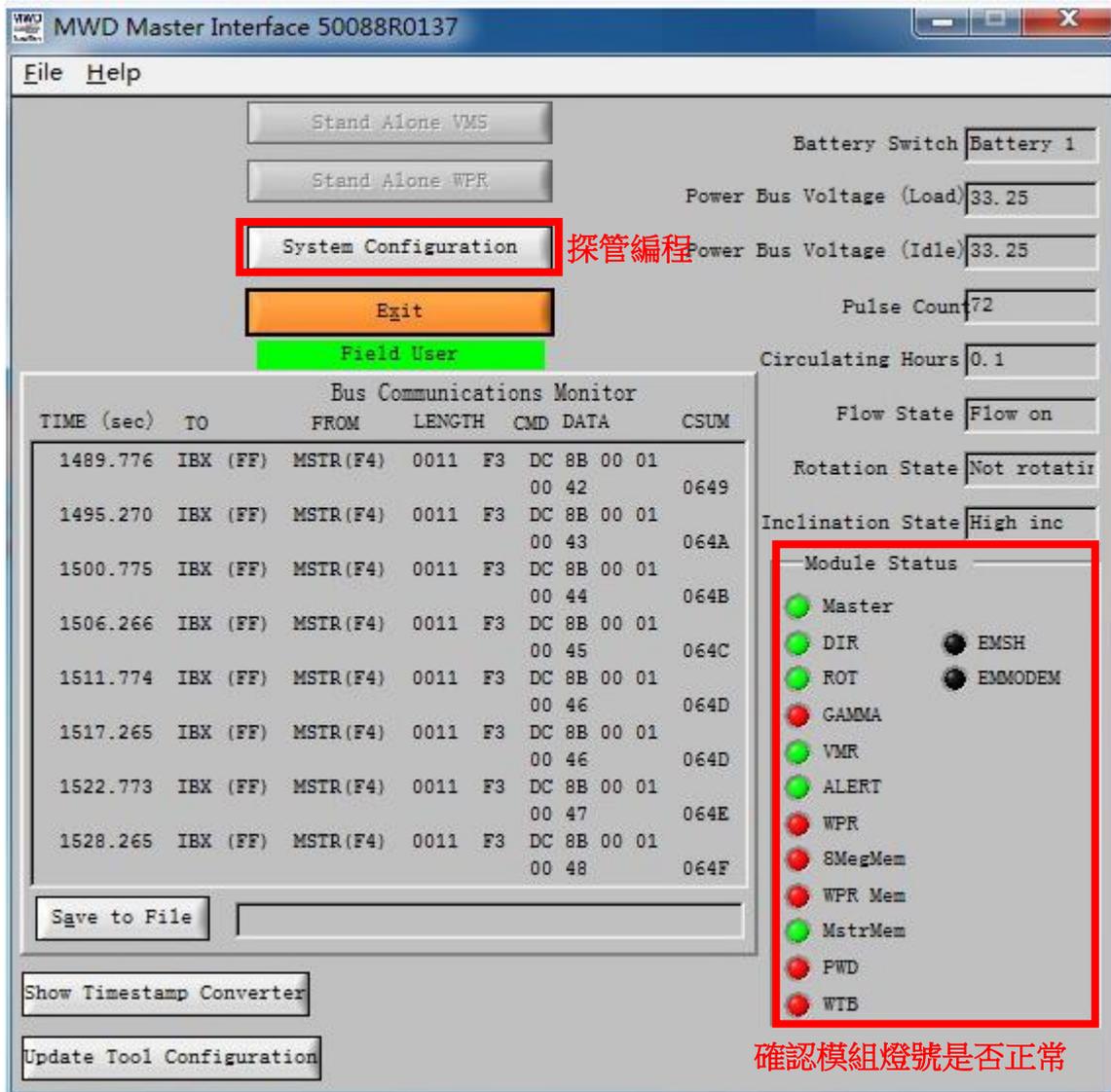


圖 9 MWD Master Interface 操作介面

A.根據工程需要選取所需，編輯參數、選取序列，並下載探管內儲存資料。

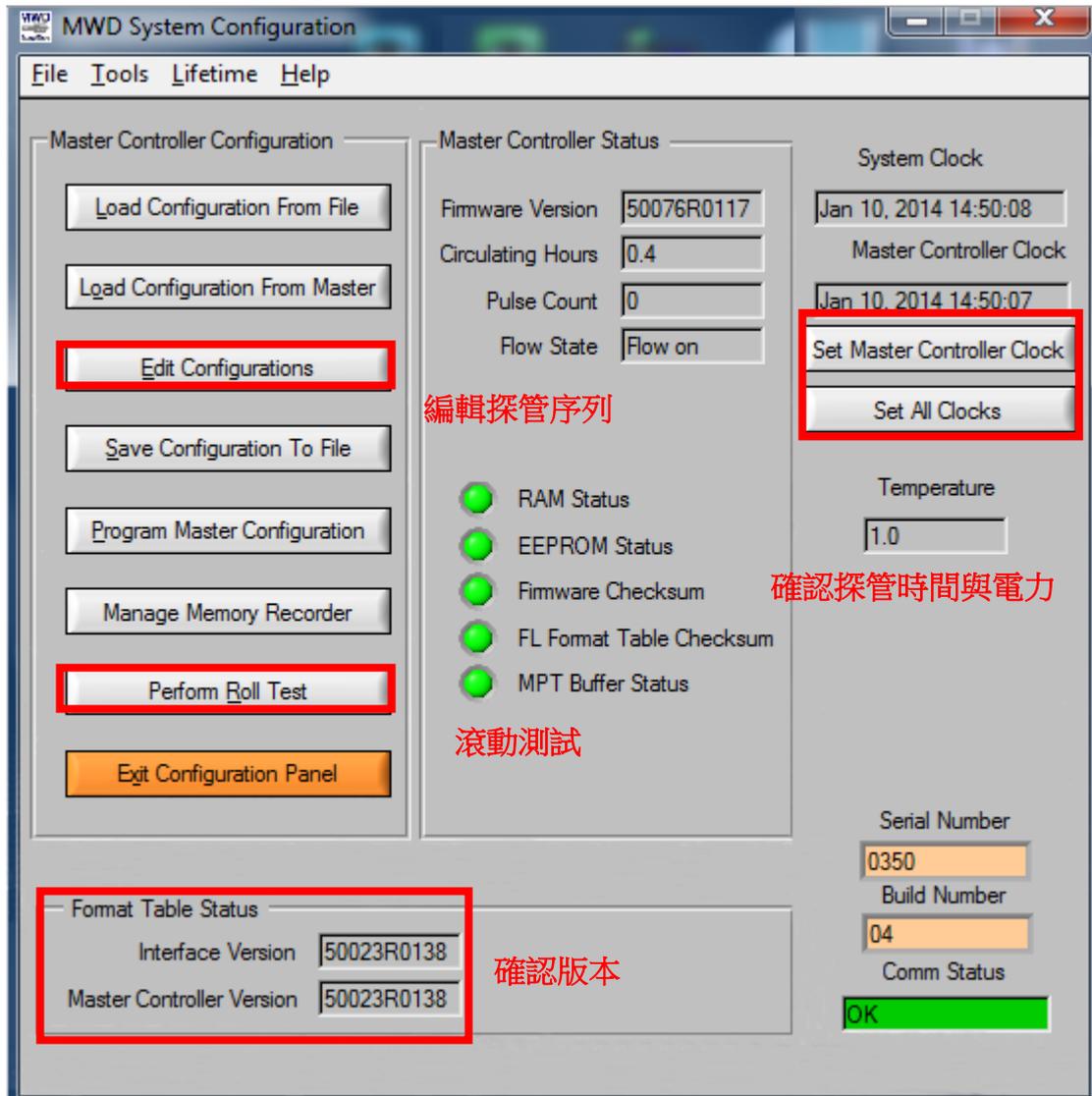


圖 10 MWD Master Interface 之 System configurations 操作介面

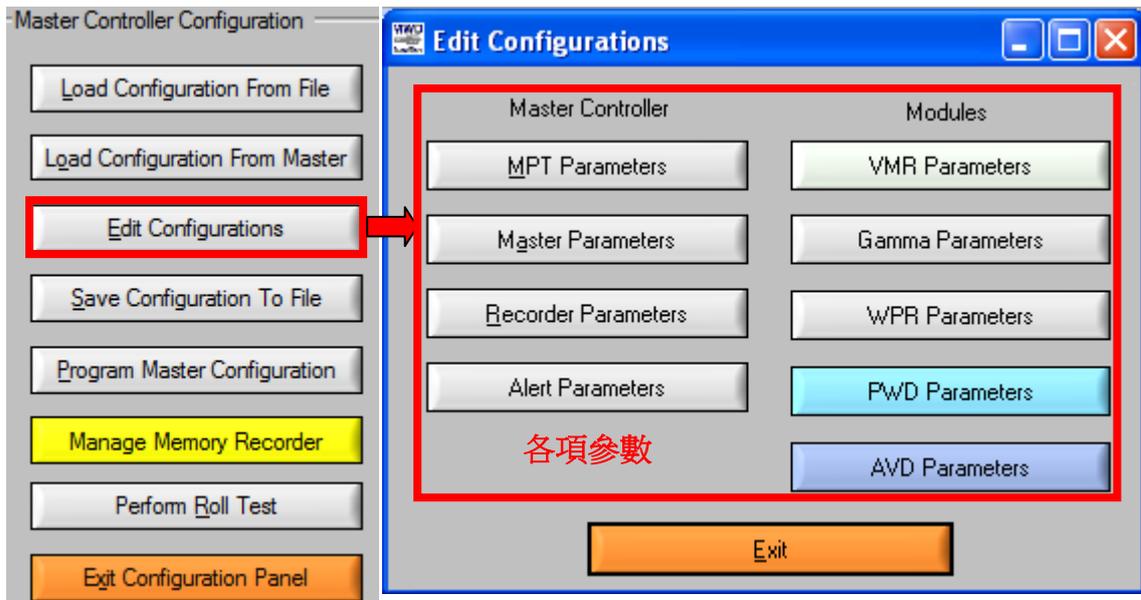


圖 11 MWD 探管各項參數編輯畫面

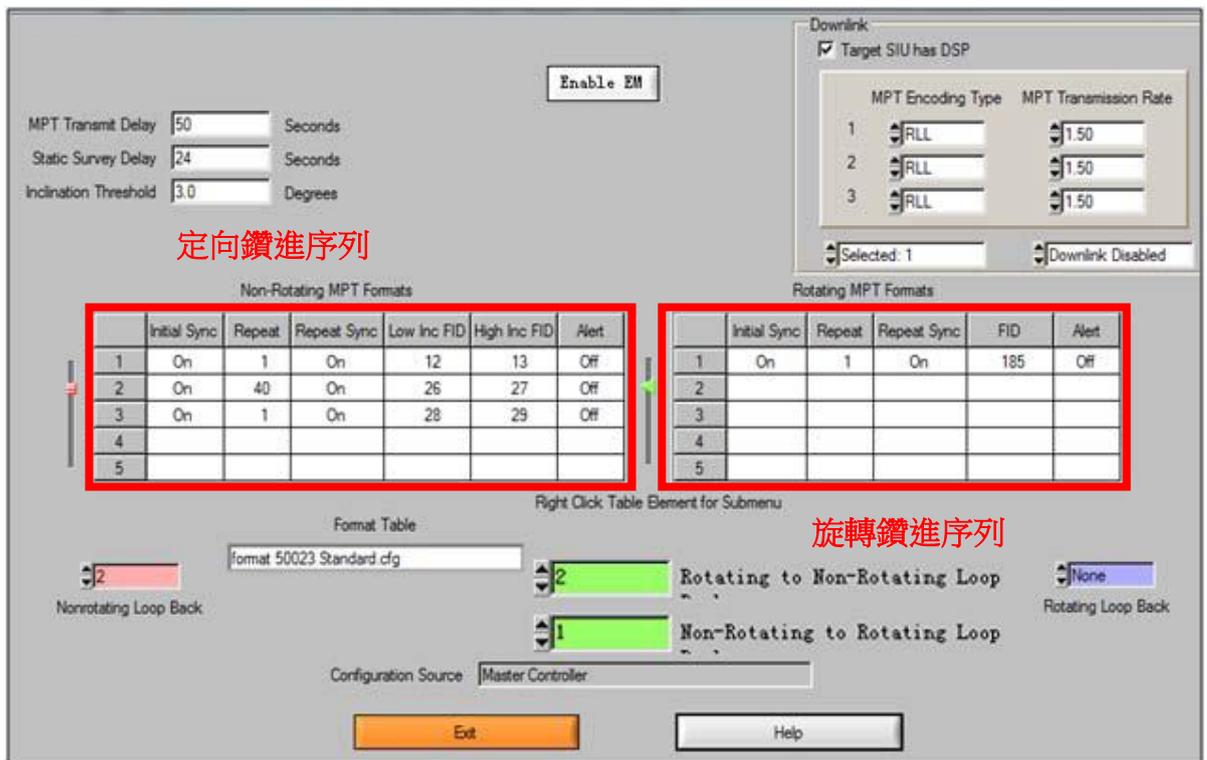


圖 12 MWD 探管序列編輯畫面

名稱	描述
Initial Sync	識別碼。on為開，off為關。Initial Sync 必須是on。
Repeat	本行序列的重複次數。
Repeat Sync	本行序列重複時是否發送同步頭（repeat值大於1時有效）。
Low Inc FID	低(Low)傾角時發送的序列。
High Inc FID	高(High) 傾角時發送的序列。
Alert	警報功能，請將所有的序列的警報功能關掉（off）。
注：FID的選擇依據現場定向工程師的要求而定。	

表 2 編輯序列功能解釋

B. 各項參數、序列編輯完成後，進行震動測試。

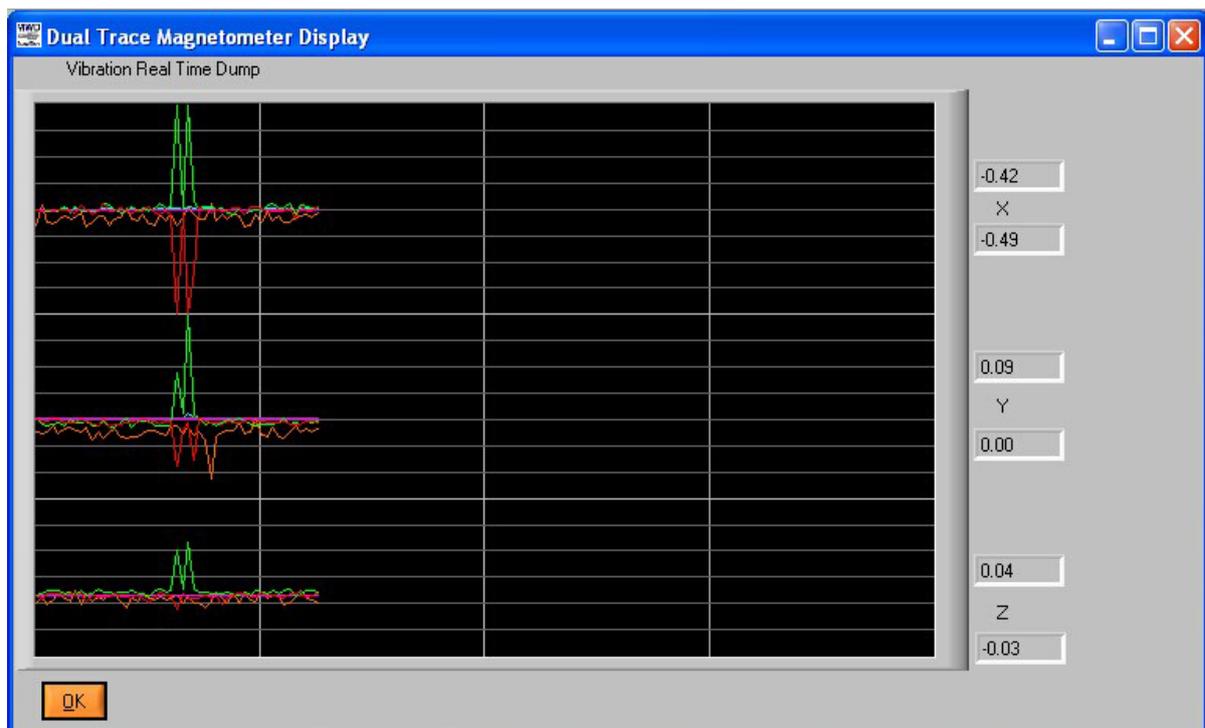


圖 13 MWD 探管進行震動測試畫面

C. 進行滾動測試，依序測試 0°、90°、180°、270°。



圖 14 MWD 探管進行滾動測試畫面

(4). SureShot Control Center 軟體：實際執行定向鑽井時，解析 Measurement While Drilling (MWD) System 隨鑽測井儀井程資料的軟體。

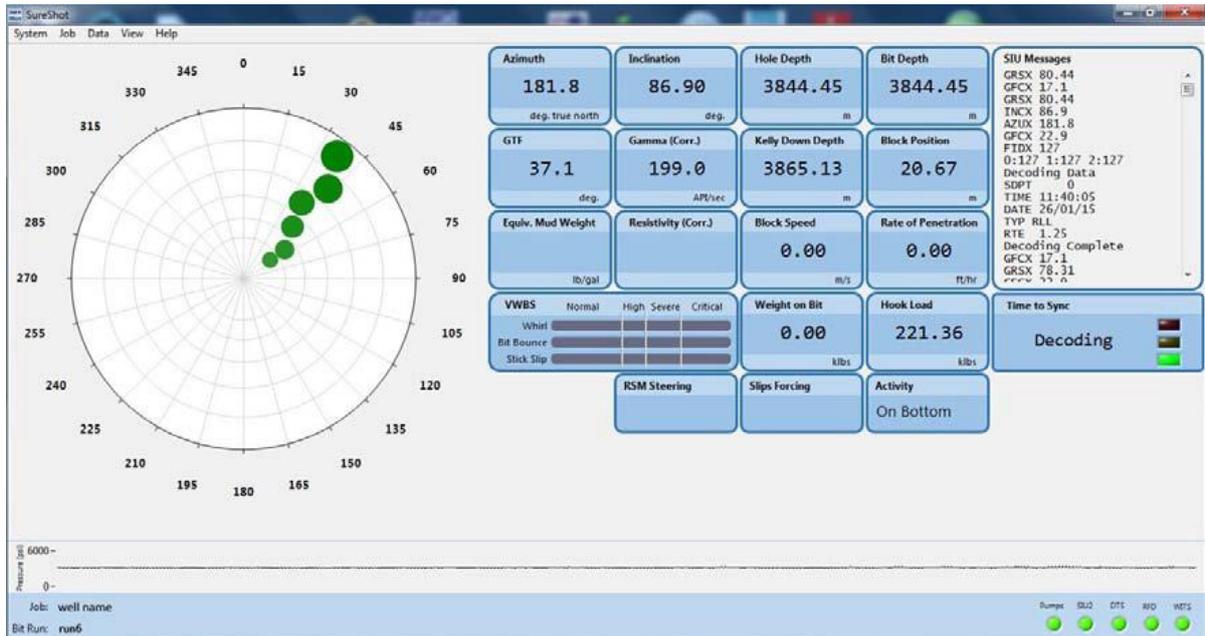


圖 15 定向鑽井時軟體執行畫面

A. 可透過無線網路將電腦、司鑽顯示器、解碼箱連接。

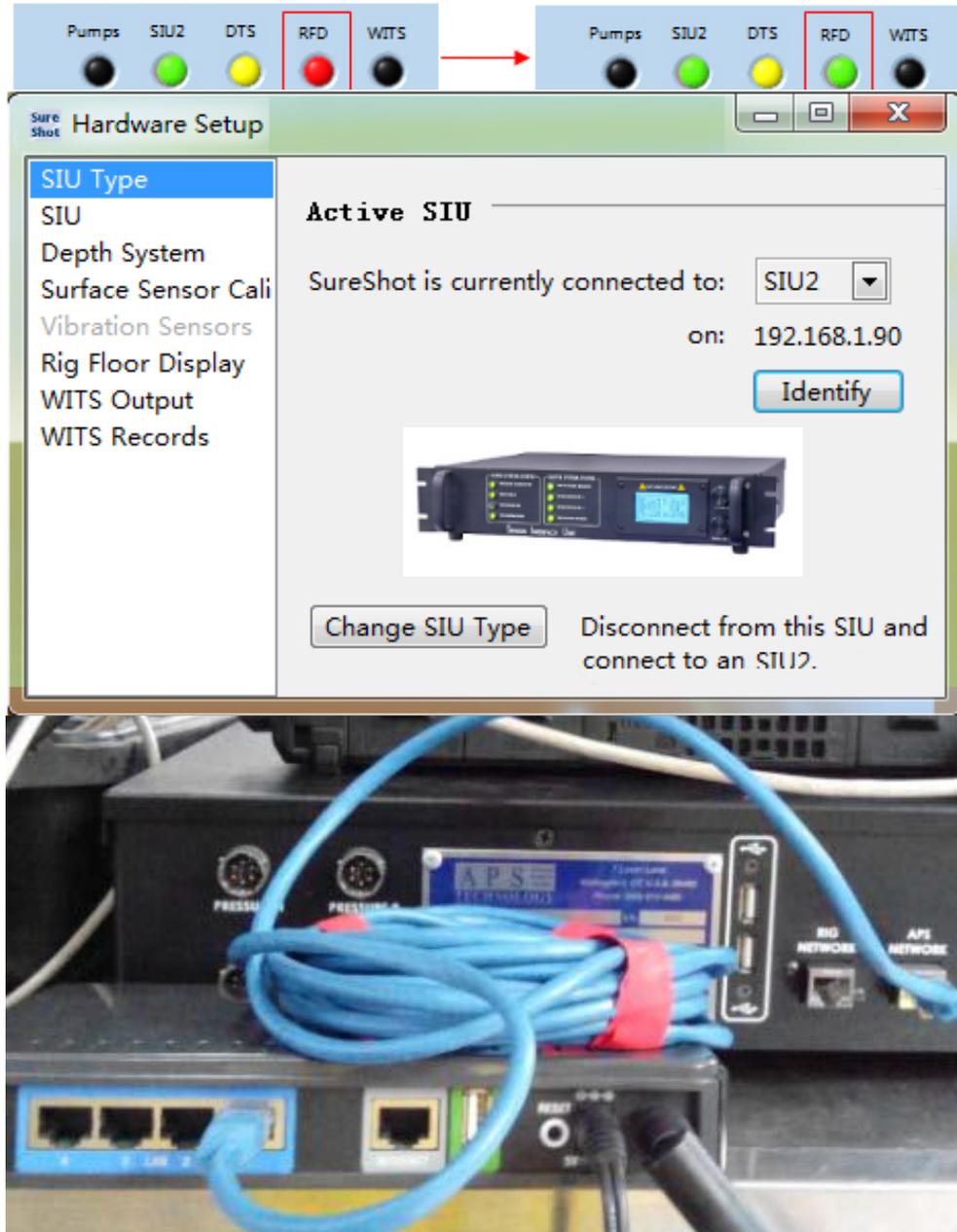


圖 16 無線網路架設圖

3. 保養維修實際操作

(1). 泥漿脈衝發生器

A. 閥頭保養



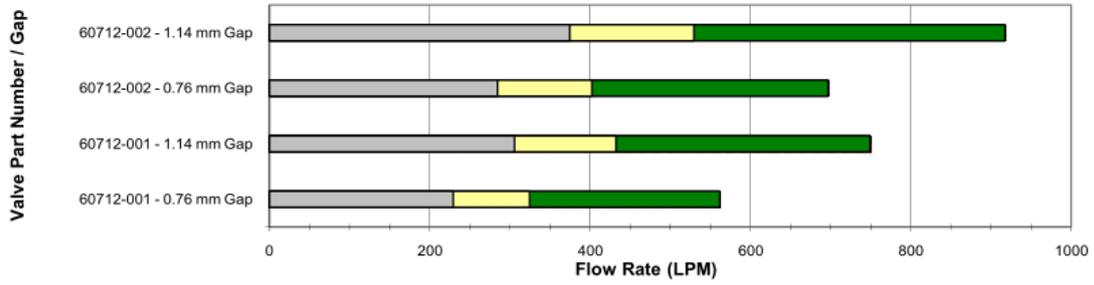
圖 17 泥漿脈衝發生器維修保養講解



圖 18 泥漿脈衝發生器閥頭拆解

B.根據鑽井計畫，調整定轉子之間隙。

**Fixed Mount Pulsar Flow Charts - 64 mm (2.50") Valve
For 89 mm OD Collar
1 Second Pulse with 1000 kg/m³ Mud**



Valve Assembly Part Number	Valve Gap	Optimal (Green) Flow Range	Inlet Plate Type & P/N	Rotor P/N
60712-002	1.02 mm	530 - 917 LPM	Very Low Flow - 11412-002 (56.6 mm)	60323-220 (5.59 mm)
60712-002	.76 mm	402 - 184 LPM	Very Low Flow - 11412-002 (56.6 mm)	60323-220 (5.59 mm)
60712-001	1.02 mm	433 - 749 LPM	Very Very Low Flow - 11412-001 (53.6 mm)	60323-220 (5.59 mm)
60712-001	.76 mm	324 - 562 LPM	Very Very Low Flow - 11412-001 (53.6 mm)	60323-220 (5.59 mm)

Notes:

1. Yellow Bar denotes the Low Pulse Height Range, dynamic pulse heights in this range are from 690 to 1,380 kPa at the Valve.
2. Green Bar denotes the Optimal Range with dynamic pulse heights above 1,380 kPa, less than the maximum recommended pulse and/or velocities below 18.3 m/s. Exceeding the flow range of the green bar may cause large pulses that could damage the pulsers thrust bearings or result in excessive wash of the valve's parts. Please note that the Optimal (Green) Flow Range is based on 1000 kg/m³ mud weight.
3. Red Bar (cross-hatched) denotes the High Wash Zone. APS defines the High Wash Zone for fixed mount pulsers as a flow velocity between 18.3 - 21.3 m/s. The end of the red bar is the point where the pulser thrust bearing load limit is exceeded.
4. Please Note that Surface Pulses can be significantly impacted by pulse width, pulsation damper settings, depth, mud properties, and other rig conditions.

圖 19 泥漿脈衝發生器間隙選擇依據

C. 活塞抽真空注油



圖 20 泥漿脈衝發生器活塞抽真空注油畫面

D. 測試定轉子扭力



圖 21 泥漿脈衝發生器定轉子扭力負載測試

(2). 探管

A. 更換電路板電池

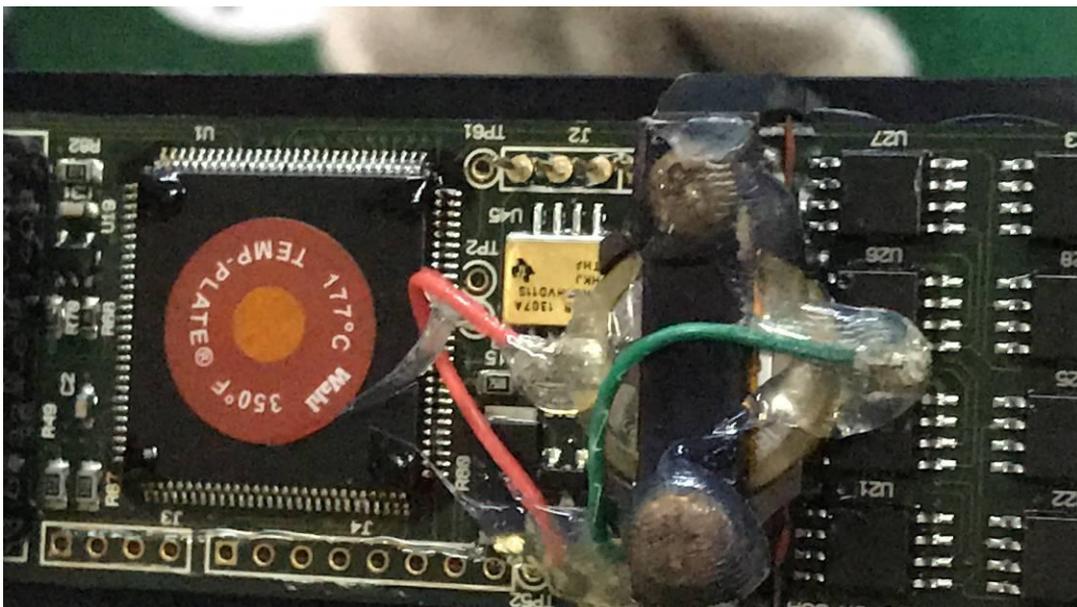


圖 22 探管電路板電池更換

B.45°角滾動測試



圖 23 探管 45°角滾動測試

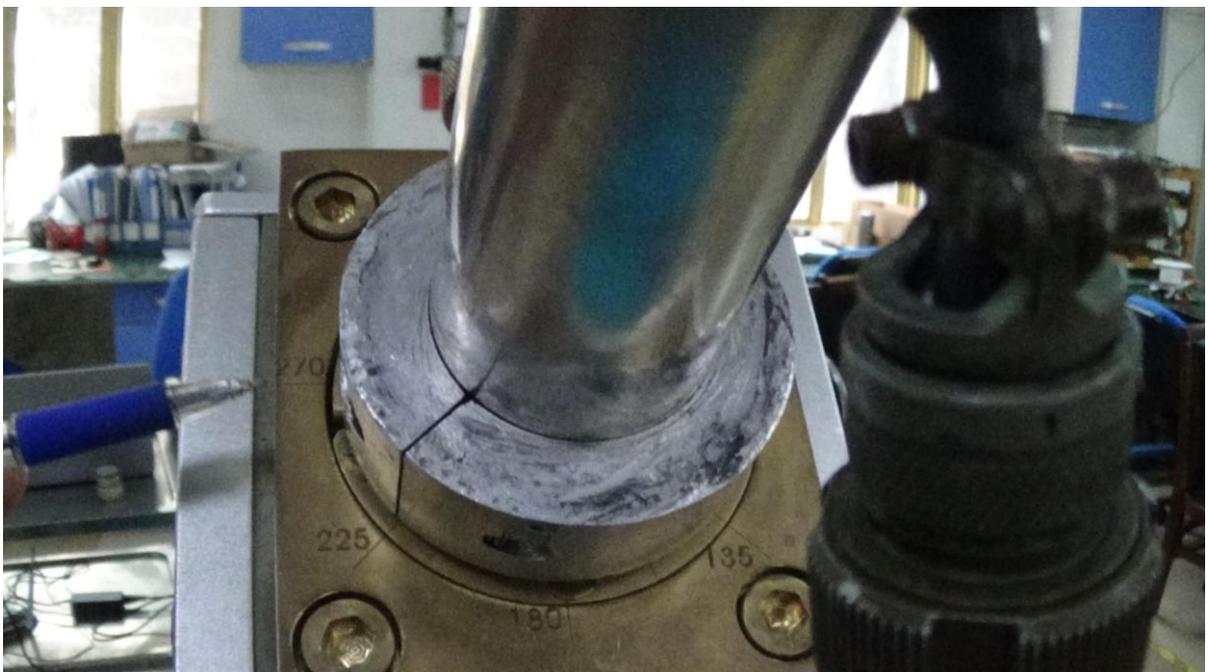


圖 24 轉動刻度

(3). 渦輪發電機

A. 葉片轉動檢查

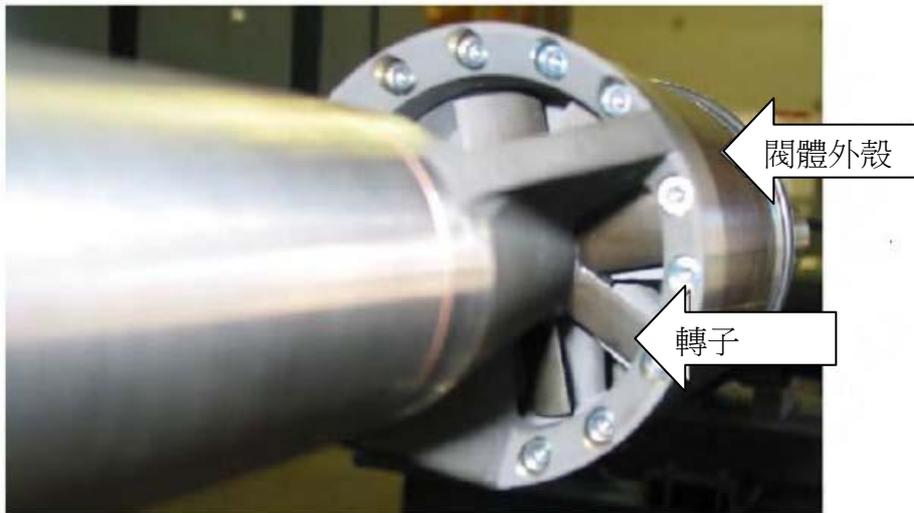


圖 25 渦輪發電機葉片轉動檢查

B. 檢查油位



圖 26 油位檢查示意圖

三、心得與建議

1. 教育訓練

「進行隨鑽測井(MWD)系統操作及技術研習」，在業務、經驗傳承考量下，人員組成老、中、青三代，在此次教育訓練中，學習效率出乎預料之好，歸功於資深前輩歷經各代定向鑽井設備磨練，藉由設備差異，能立即剖析優缺點，直接切入操作、保養維修之關鍵；中生代為操作隨鑽測井儀主力，深知實際工作困境，可迅速掌握學習重點；新生代強於電腦應用與學習能力，能作為經驗傳承的種子。教育訓練安排於大陸地區，可免除克服時差及溝通問題，有利於維修保養之操作細節溝通，作為學習新設備、新技術為一大優勢。建議與原廠溝通教育訓練課程，可考慮課程與培訓講師連貫性，實作課與交貨實品密切性，可把握機會多學習；課後可複習實作影片，能確保錄影品質、發現學習問題。

2. 設備檢討

本次引進 Measurement While Drilling (MWD) System 隨鑽測井儀，採用渦輪發電機取代電池能源供應，泥漿脈衝發生器改用定轉子機械裝置，並強化電腦軟體操作編程、解碼，可望能大幅解決目前操作困境，杜絕電池在採購、操作、保存、廢棄處理問題，提升隨鑽測井儀於泥漿環境中限制條件，簡單化人員於定向鑽井中解碼困擾，也考驗井務工程組對於新設備、新技術操作及維護能力。在於新設備上，原廠訂定嚴謹且複雜的測試過程，確保設備於定向鑽進過程中能正常操作，其嚴謹且細膩的工作心態，值得單位效仿學習。另一方面，目前使用之隨鑽測井儀，自民國 93 年 8 月 26 日啟用至今，設備老舊已超過耐用年限，目前設備雖堪用，但大小狀況不斷，使人員疲於奔命。單位受限於政府採購法及政策考量，採購總是困難重重，設備、技術提升有限，相較於國外油公司不斷創新研發，單位仍有偌大努力空間。

3. 未來方向

此次隨鑽測井儀汰舊換新案，採購使用渦輪發電機作為隨鑽測井儀能源供應，為井務工程組定向鑽井設備革命的一大進步，相關挑戰在投入實際操作後預料接踵而來，井務工程組仍需持續精進操作、維修、保養能力，期望能在工程應用上發揮最大效果。未來，將朝向人性化、自動化之新設備技術努力，逐步將井務工程組核心技術、設備提升，提高工作效率與工程安全，冀望長官能多多給予支持。