

南亞公司

①

設備監控管理優化報告

工務部 彙編
2020年11月23日

報告摘要

- 一、南亞麥寮廠區大型轉機及電力設備329st，建置智能監控系統，運轉數據偏離時，自動發送預警至電腦及行動裝置，加速異常處理及數據分析運用。
- 二、13.8KV高壓馬達及電力設備23st，導入放電檢測技術，早期檢出運轉中放電，訂定檢修計畫。
- 三、運用數據分析，建立滾動軸承壽命預測模型，優化保養時點及防止生產中損壞。
- 四、持續進行數位優化，規劃建置保養作業平台，整合ERP、即時生產管理(RTPMS)與智能監控(iEM)系統，提升作業時效，預定2021.11.30完成。

RTPMS(Real Time Production Management System即時生產管理系統)
iEM(Intelligent Equipment Management智能設備管理)

報告內容

- 壹、設備監控沿革
- 貳、監控管理優化
- 叁、軸承壽命預測
- 肆、監控管理成效
- 伍、未來強化方向

壹、設備監控沿革

1997

預知保養推動

1. 振動分析
2. 油品分析
3. 熱影像分析



2012

即時生產管理系統

1. 感測器增設
2. 數據收集
3. 電腦傳簽



2017

智能監控系統

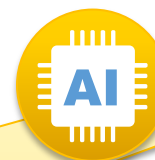
1. 資訊整合
2. 監控預警
3. Notes及手機通知



2020

大數據應用

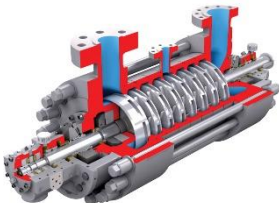

1. 數位優化
2. 數據分析
3. 保養作業平台



南亞麥寮廠區**1997**年起，推動預知保養；**2012**年增設即時生產管理系統（RTPMS）；**2017**年導入智能監控（iEM），整合製程及轉動設備運轉數據；**2020**年推動數位優化及大數據分析應用。

貳、監控管理優化

一、設備分類與監控方式

項次	設備類別	規劃數量	完成數量	設備種類	監控方式	圖示
1	重要轉動設備	275	249	壓縮機 渦輪機	(1)線上監控 (2)即時預警	壓縮機 
2	電力設備	80	80	高壓馬達 變壓器	(1)線上監控 (2)即時預警 (3)局放檢測	高壓馬達 
3	一般設備	7,508	7,508	泵浦 攪拌機	(1)流量、壓力、 及電流監控。 (2)定期量測	泵浦 
合計		7,863	7,837			

(一)重要轉動及電力設備，壓縮機及高壓馬達等，完成329st線上智能監控模組，餘26st預定2021.6.30前完成。

(二)泵浦及攪拌機等一般設備共7,508st，採電腦控管定期量測，數據收集及分析運用。

貳、監控管理優化

二、重要設備監控優化

(一)作業說明

改善前



人工量測



輸入判斷

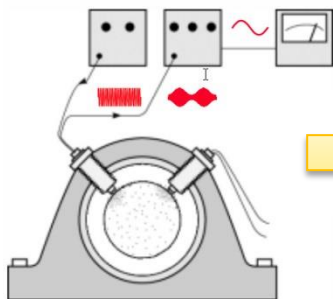


異常傳簽

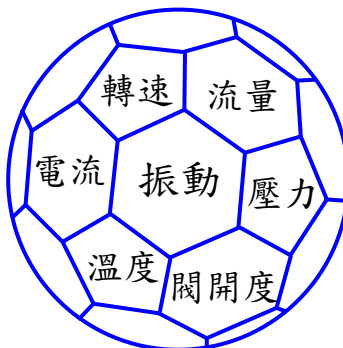


電腦歸檔

改善後



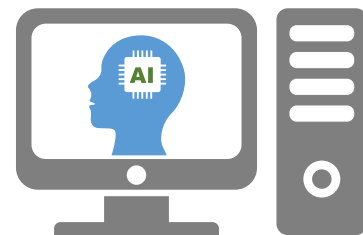
運轉數據



監控模組



行動裝置



數據分析運用

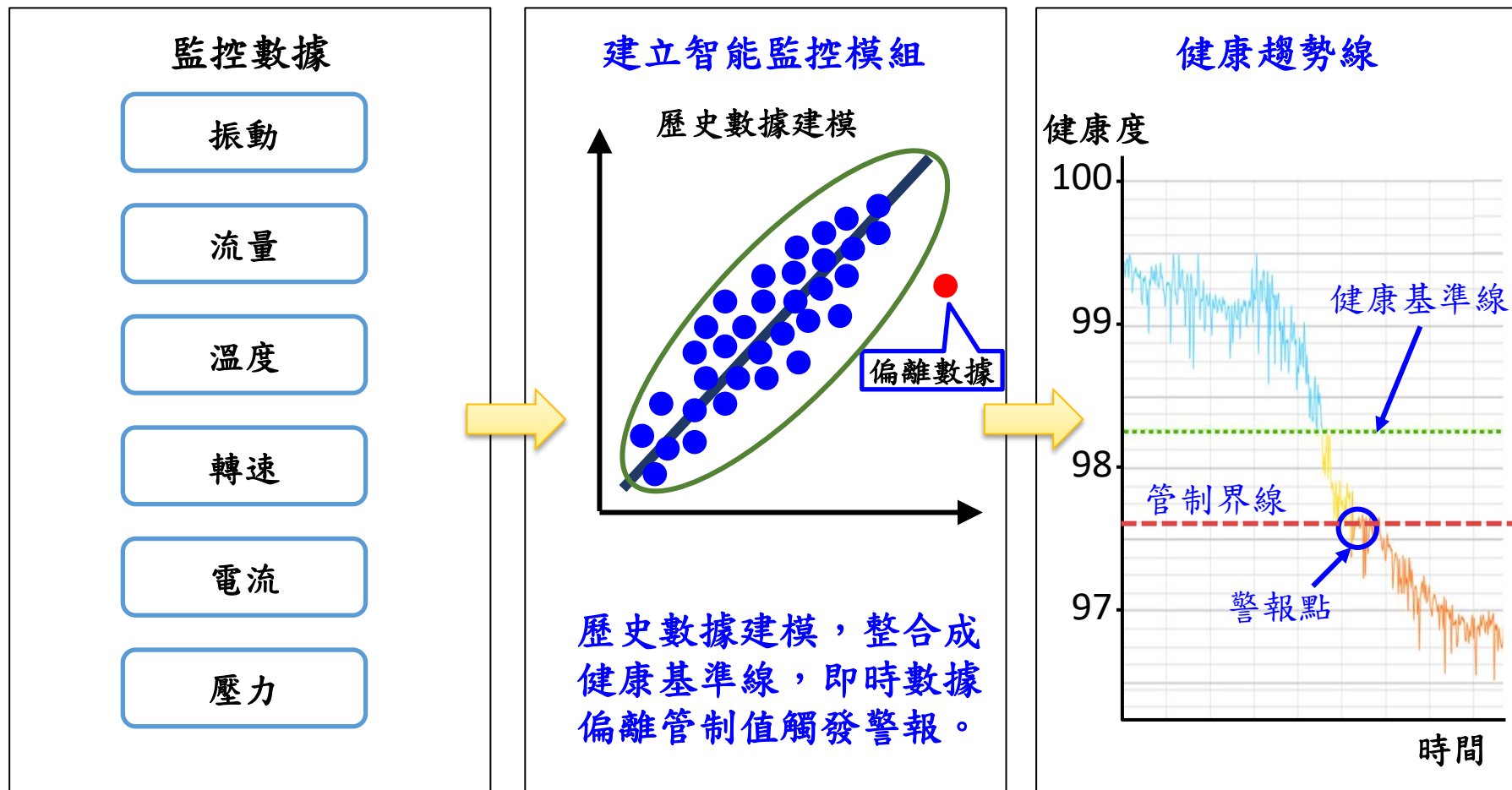
改善前：人員定期至現場量測數據，判斷異常及處理後，電腦傳簽歸檔。

改善後：增設線上監控測點，收集數據建立監控模組，運轉偏離自動發送預警至電腦及行動裝置，控管異常處理及履歷供後續分析運用。

貳、監控管理優化

二、重要設備監控優化

(二)智能監控模組



1. 導入製程與設備振動、流量及溫度等監控數據，建立智能監控模組。
2. 監控數據整合為單一健康趨勢線，簡化監控警報。

貳、監控管理優化

二、重要設備監控優化

(二)智能監控模組

3.監控測點數量

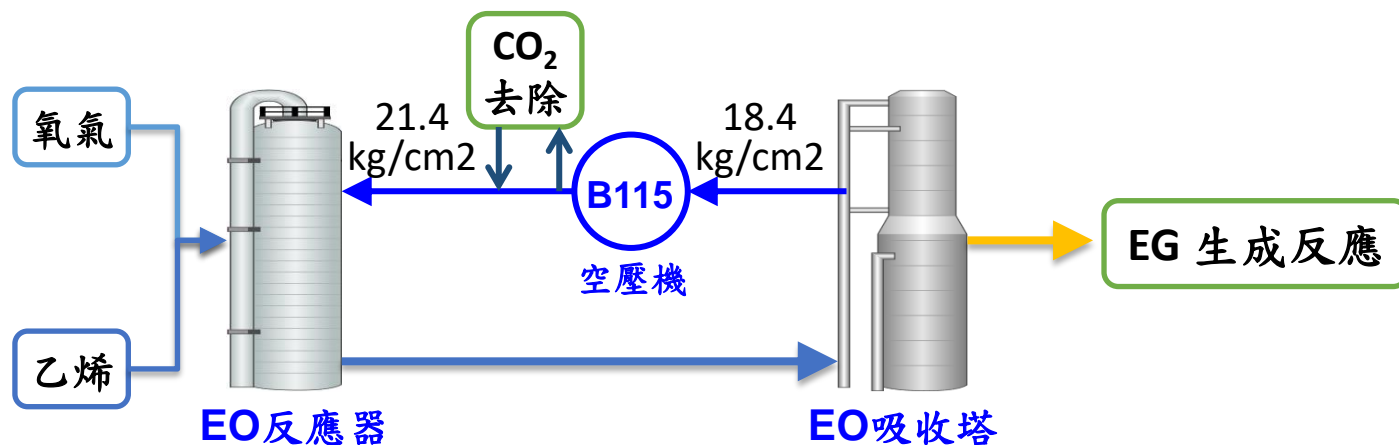
模組類別		化一部	化二部	化三部	合計
重要 轉動設備	數量	52	92	105	249
	測點	763	1,050	1,918	3,731
電力設備	數量	8	34	38	80
	測點	117	189	545	851
合計	數量	60	126	143	329
	測點	880	1,239	2,463	4,582

已完成329st重要機電設備監控模組建置，連線4,582個監控測點，線上監控設備運轉趨勢。

貳、監控管理優化

二、重要設備監控優化

(三) 案例說明：EG3廠壓縮機監控



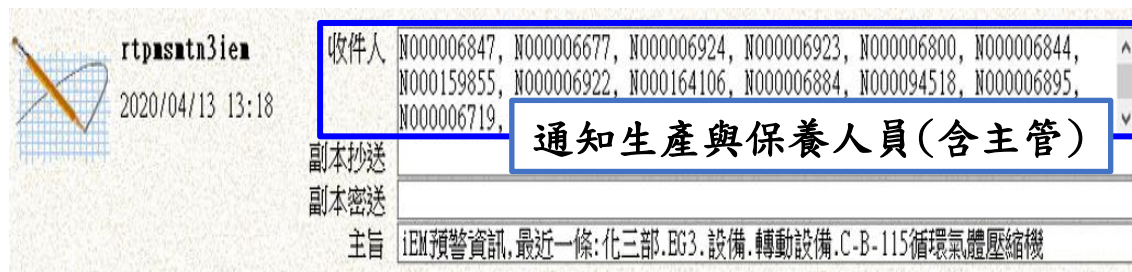
1. B115壓縮機係供環氧乙烷(EO)吸收塔與反應器製程循環氣體使用之單一設備。
2. 設備規格：
馬達：電壓13.8 KV、功率7,485KW、轉速3,577rpm。
壓縮機：廠牌EBARA、壓力19.09 kg/cm^2 、流量39,000 m^3/hr 。
3. 收集振動、流量及溫度等兩年正常運轉數據建立智能監控模組，可將各測點檢出之實測值與期望值(正常值)比對，趨勢偏離時自動觸發預警及通知相關人員。

貳、監控管理優化

二、重要設備監控優化

(三) 案例說明：EG3廠壓縮機監控

4. 馬達振動異常預警



模型名稱：C-B-115循環氣體壓縮機設備

預警時間：2020-4-13 09:12:14

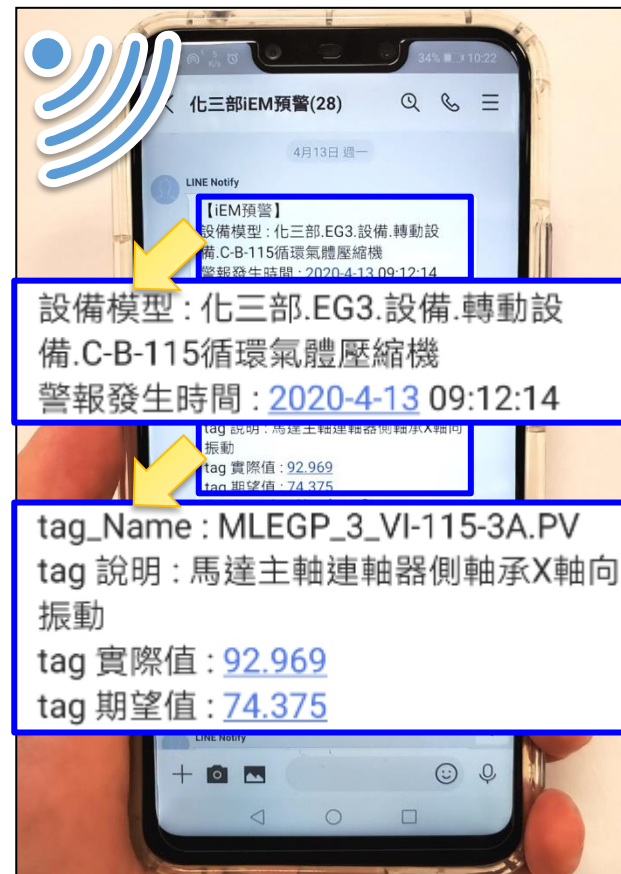
預警編號：1116-19

健康度值：91.539

序號	測點名稱	測點描述	實測值	期望值	單位
1	MLEGP_3FI124-1.PV	循環氣體流量	707.1	771.8	T/H
2	MLEGP_3_VI-115-3A.PV	馬達主軸連軸器側...	92.969	74.375	μm

Notes系統通知

2020.4.13軸承振動數據偏離，系統自動將關聯測點預警訊息發送至Notes及手機等行動裝置，保養人員立即進行異常分析與處理對策。



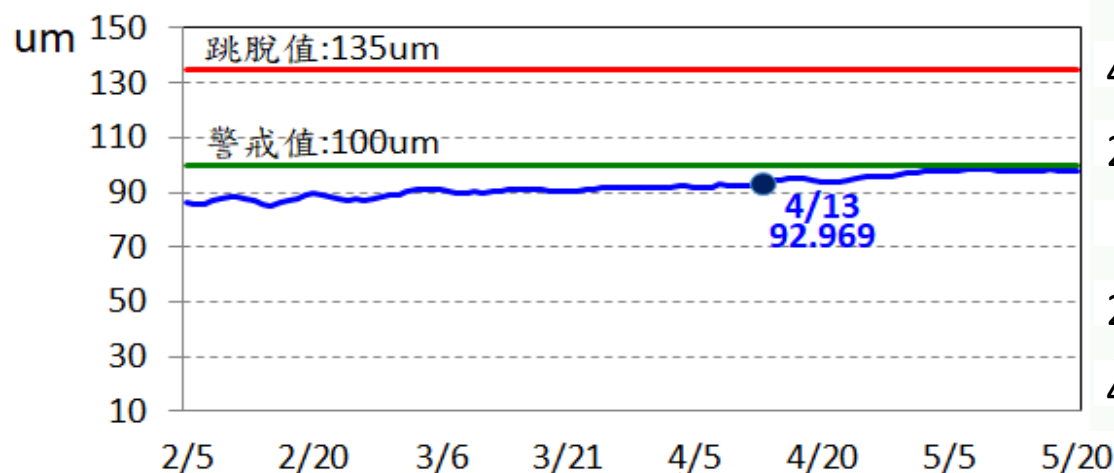
手機裝置通知

貳、監控管理優化

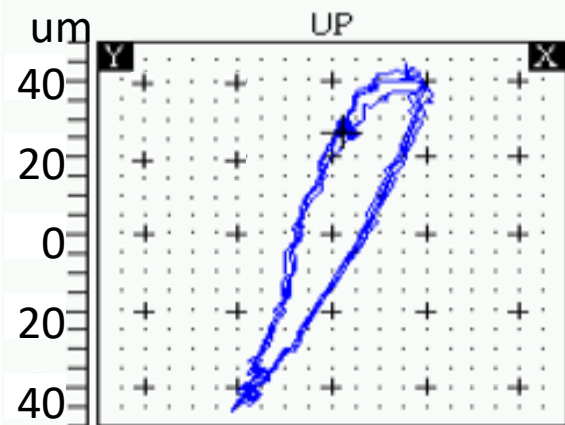
二、重要設備監控優化

(三) 案例說明：EG3廠壓縮機監控

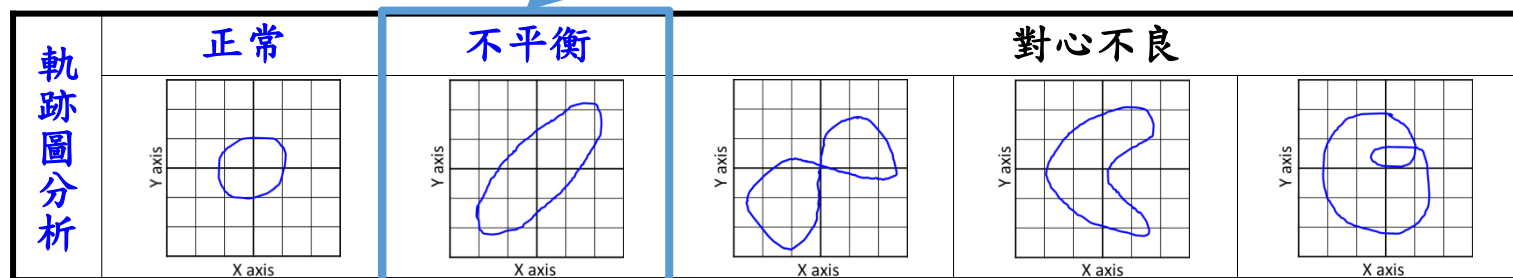
5. 異常分析與保養決策



振動趨勢



軌跡圖



(1) 線上即時監控系統之總振動值92.969um未達設備警戒值100um(原廠保護跳停為135um)，免立即停車檢修但需加強監控。

(2) 經頻譜分析及軌跡圖確認，為軸心動平衡不良所致，規劃定檢校正。

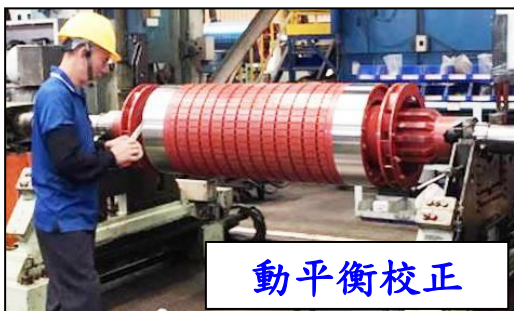
貳、監控管理優化

二、重要設備監控優化

(三) 案例說明：EG3廠壓縮機監控

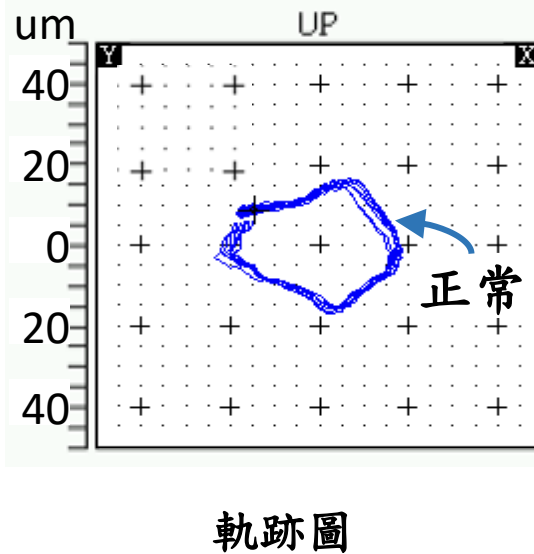
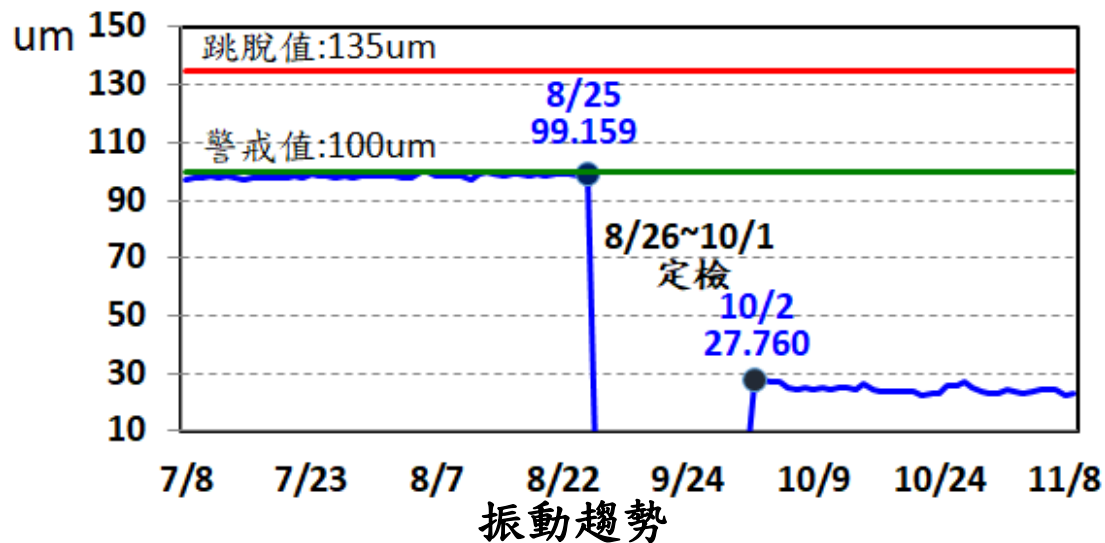
6. 檢修執行

(1) 定檢進行動平衡校正，不平衡量由532g降低為9.93g。



項次	不平衡量	改善前	改善後
1	負載側	496	7.29
2	自由側	532	9.93

(2) 總振動值由檢修前99.159um降至27.760um，軌跡圖及振動恢復正常。



貳、監控管理優化

三、高壓電力設備

(一)局部放電檢測優化

改善前



定檢停車



檢測絕緣數據

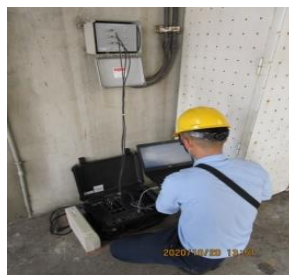


拆檢線圈狀態

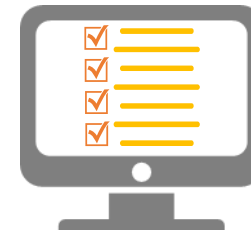
改善後



運轉中



檢測放電趨勢



分析傳簽控管

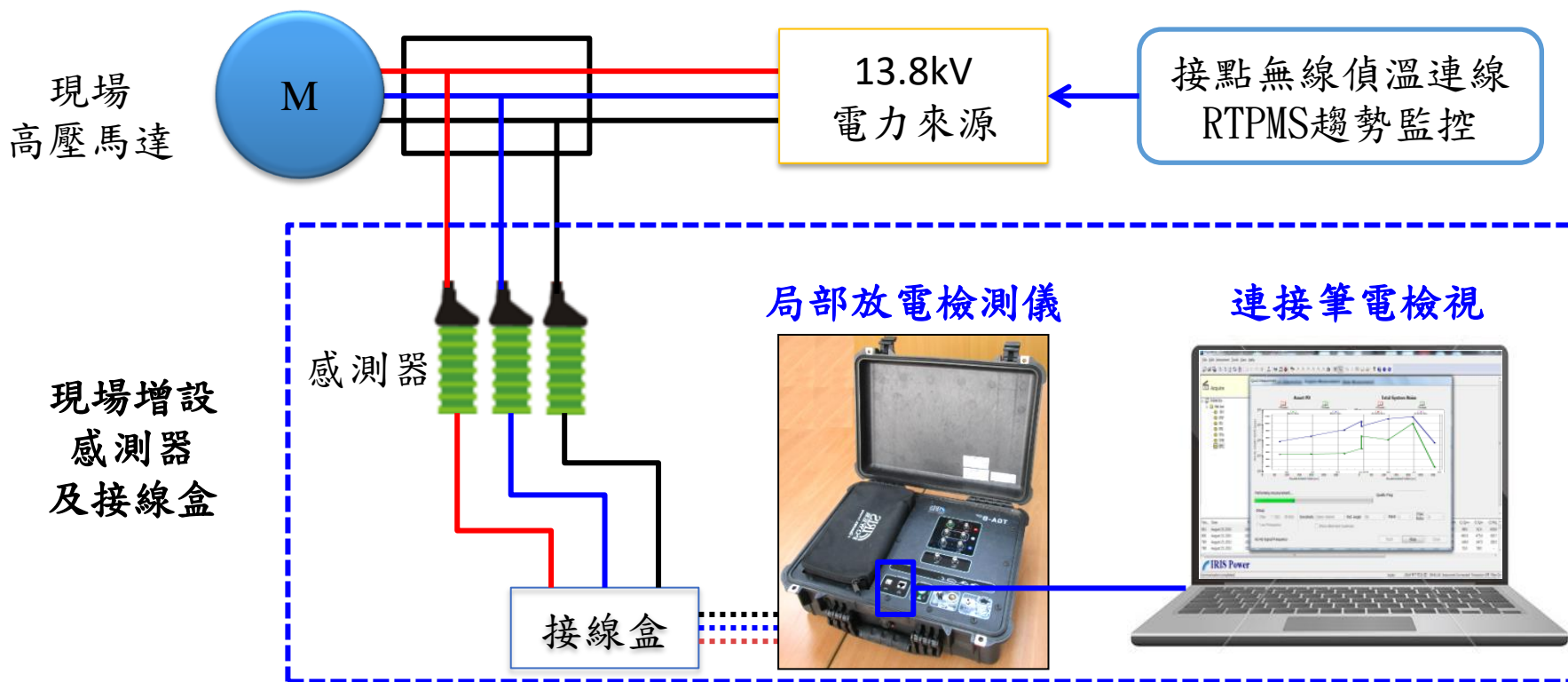
改善前：高壓馬達線圈帶電部位，局部放電為線圈絕緣損毀主因，定檢時均須停車量測絕緣，因定檢時間急迫，影響檢修品質。

改善後：導入局部放電檢測儀可於設備運轉中量測線圈放電值，可早期判定及洽原廠擬訂完整檢修計畫，提升檢修時效。

貳、監控管理優化

三、高壓電力設備

(二) 檢測架構說明



1. 高壓馬達接線箱增設局部放電感測器，運轉中可於接線盒量測放電脈衝訊號。
2. 由相位圖譜判定放電部位及放電趨勢，縮短檢測週期並提早擬定檢修計畫。

貳、監控管理優化

三、高壓電力設備

(三)化工群高壓設備

廠別	監控項目	設備明細	數量(st)
EG1	13.8KV壓縮機高壓馬達	A-B115、A-B411、AB451	3
	高壓變壓器	A-HVSWGR-TR-E1、A-MVSWGR-TR-E2、 A-MVSWGR-TR-E3、A-B-MV13.8KV-A1、 A-B-MV3.45KV-A2	5
EG2	13.8KV高壓縮機壓馬達	B-B115、B-B411、B-B451	3
	高壓變壓器	B-HVSWGR-TR-E1、B-MVSWGR-TR-E2、 B-MVSWGR-TR-E3、B-B-MV13.8KV-A1、 B-B-MV3.45KV-A2	5
EG3	13.8KV壓縮機高壓馬達	C-B115、C-B411、C-B451	3
EG4		D-B115、D-B411、D-B451	3
MA		C-111	1
合計			23

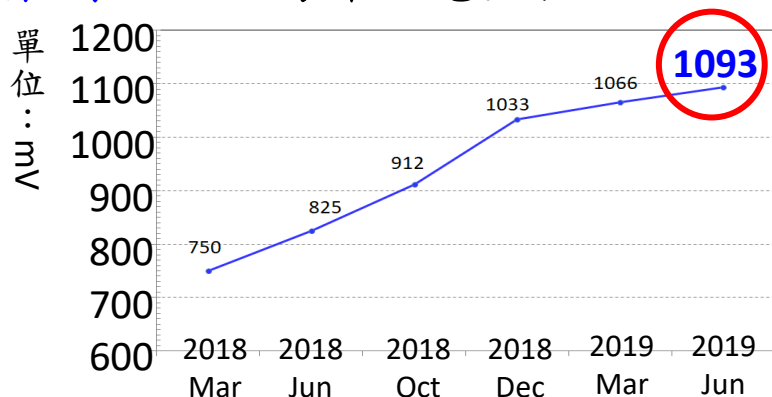
13.8KV高壓馬達、變壓器設備共計**23st**，已裝設局部放電感測器及電腦控管定期量測。

貳、監控管理優化

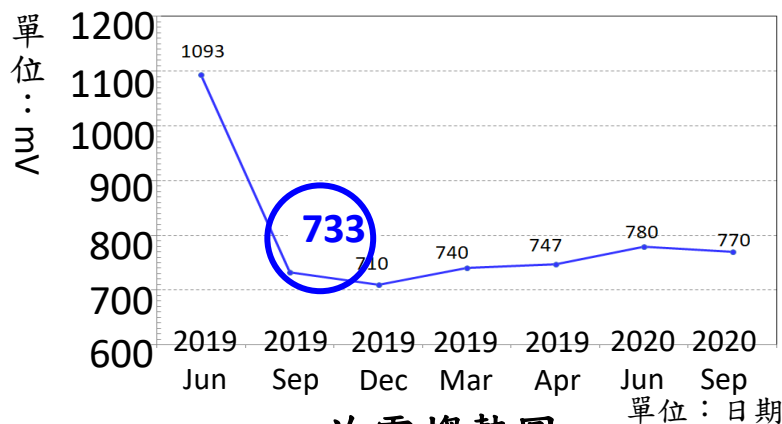
三、高壓電力設備

(四) 案例說明：局部放電監控

改善前

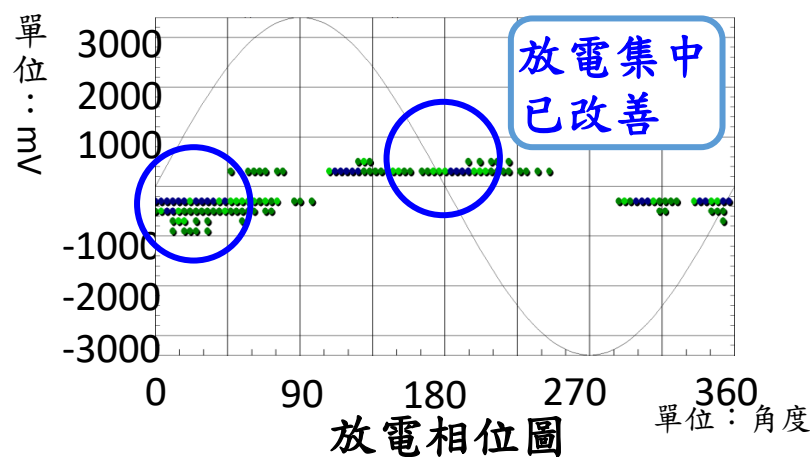
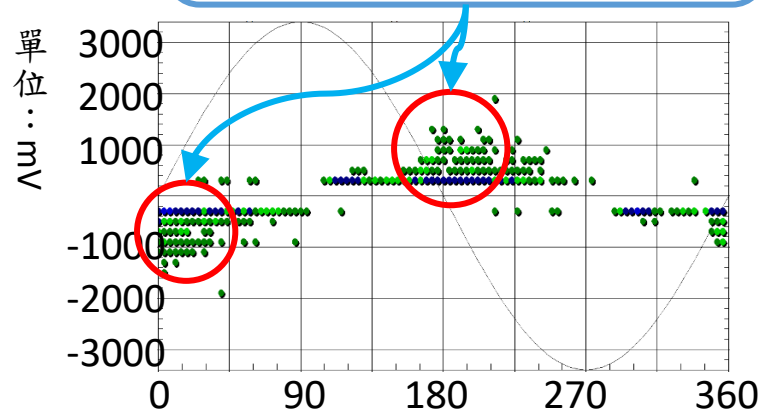


改善後



放電趨勢圖

放電集中於相位0度及180度
位置：聯接處、出線端
根源：機械振動、電應力

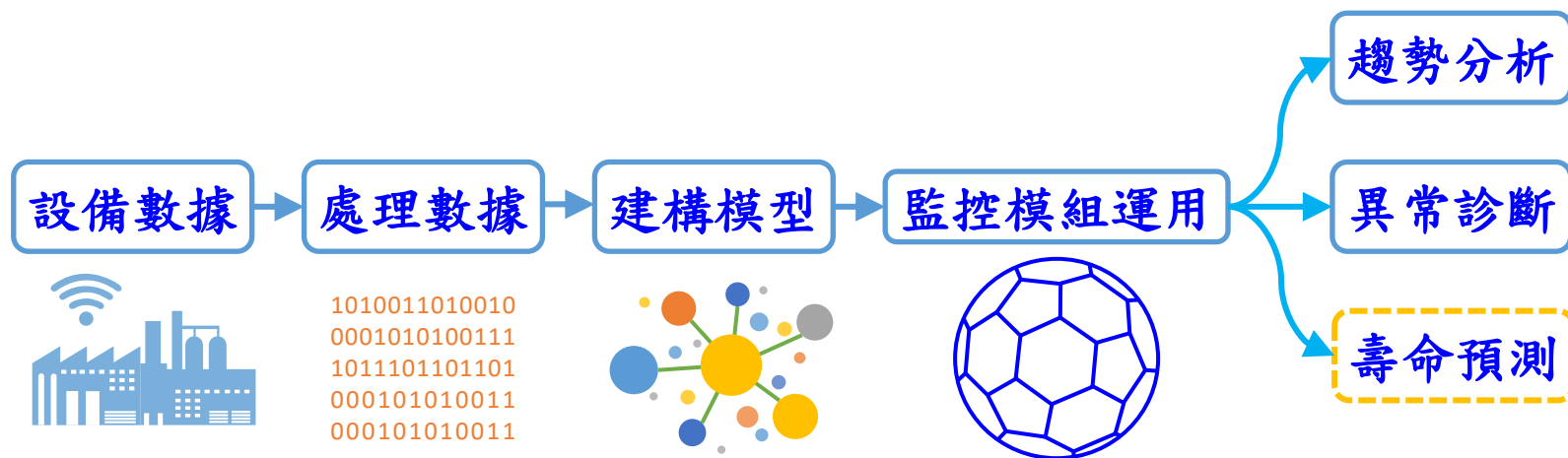


放電相位圖

1. EG1廠B115空壓機馬達定期量測，發現R相放電趨勢持續上升至1,093mV，放電集中於相位0度及180度判斷馬達出線端異常。
2. 出線端增加高壓套管強化絕緣，修復後放電值回復正常數值(733mV)，趨勢穩定。

叁、軸承壽命預測

一、監控模組建立



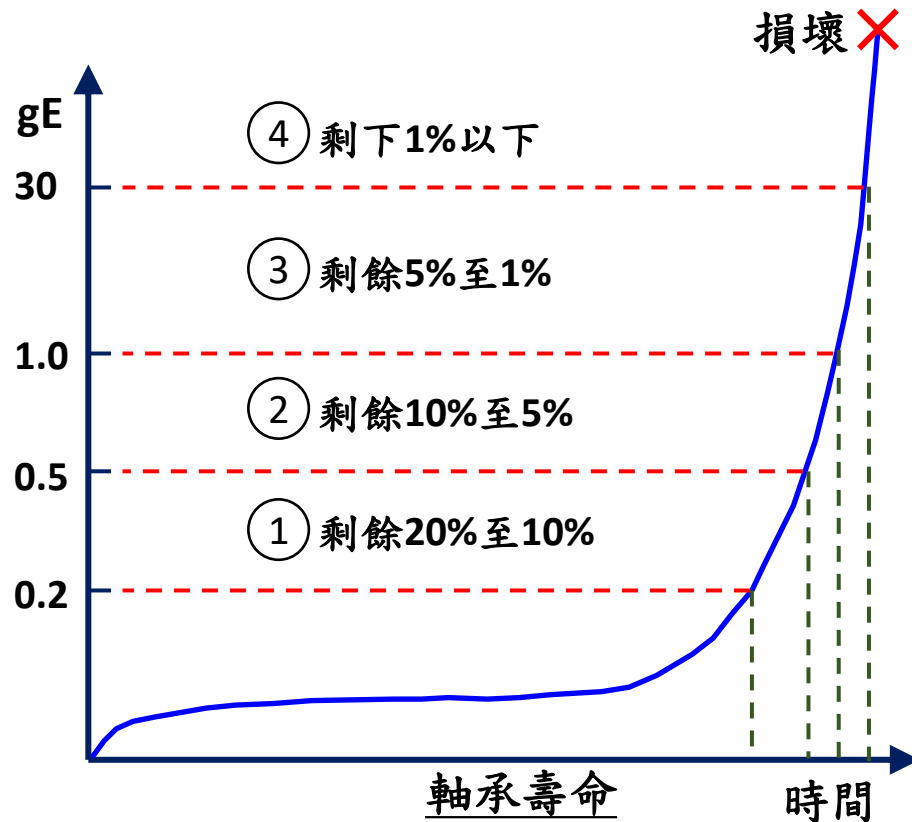
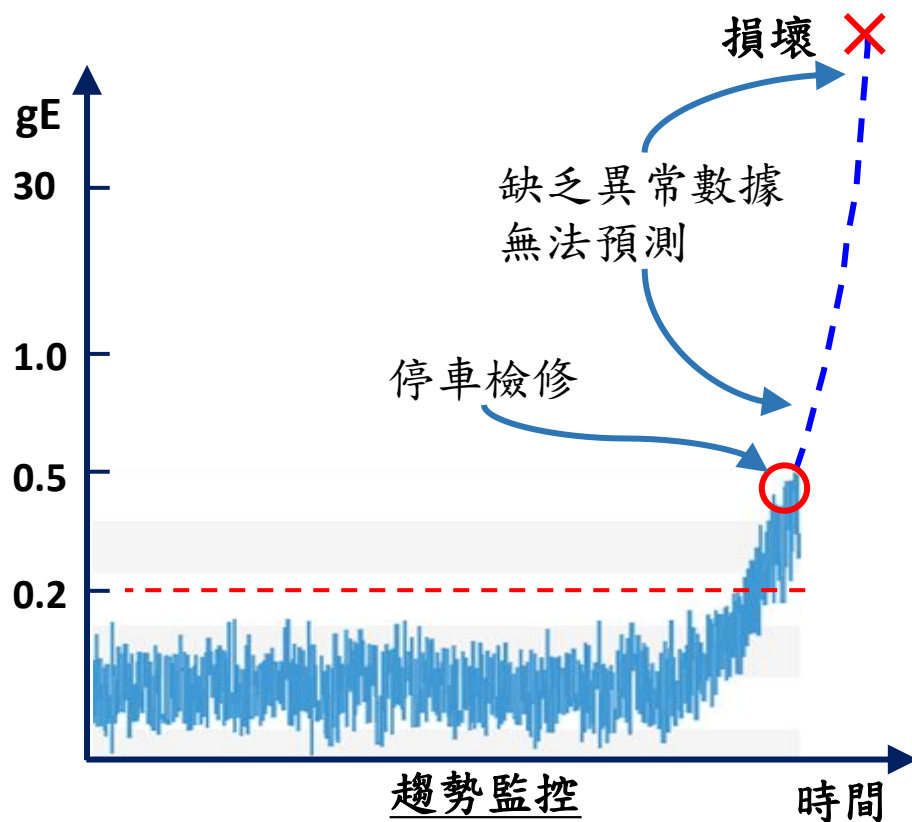
(一)轉動設備滾動軸承監控均以總振動值及劣化加速度(gE)為主，將數據建立監控模組，可進行趨勢分析及異常診斷。

(二)因欠缺大量異常數據，以既有數據直接套用大數據演算法(如Lasso、Ridge、XGBoost及隨機森林)，建立壽命預測模型效果不佳，本部另導入迴歸方程式運用。

gE(g Envelope)：軸承劣化加速度單位。

參、軸承壽命預測

二、劣化加速度及壽命趨勢圖



(一) 國際文獻依軸承加速度值劣化趨勢，區分剩餘壽命如右圖。

(二) 檢討以迴歸方程式，導入轉動設備之等效動負荷及4個階段劣化加速度值，可計算軸承剩餘壽命。

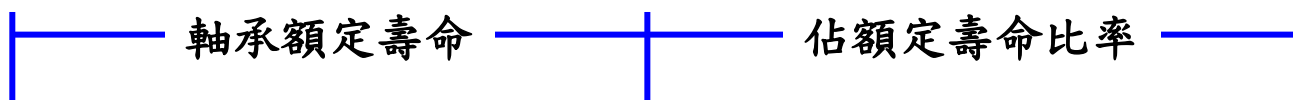
國際文獻：Technical Associates Analysis I (來源：美國振動分析技術學會)

叁、軸承壽命預測

三、迴歸方程式檢討建立

(一)結合軸承原廠額定壽命、劣化加速度值及等效動負荷等關鍵因子，導入迴歸方程式如下(劣化階段③為例)。

(二)於RTPMS監控頁面顯示剩餘壽命天數，供製程與保養人員監控運用。



$$\text{剩餘壽命(h)} = 500 \times \left[\left(\frac{10^6}{500 \times 60n} \right)^{\frac{1}{k}} \times \frac{C}{P} \right]^k \times \underline{(0.05138 - 0.00138 \times \text{gE值})}$$

代碼	說明	單位
h	剩餘壽命	hr
C	基本動額定負荷	kN
P	等效動負荷	kN
n	轉速	rpm
k	軸承常數(滾珠或滾子)	-
gE值	劣化加速度值	gE

計算式關鍵因子

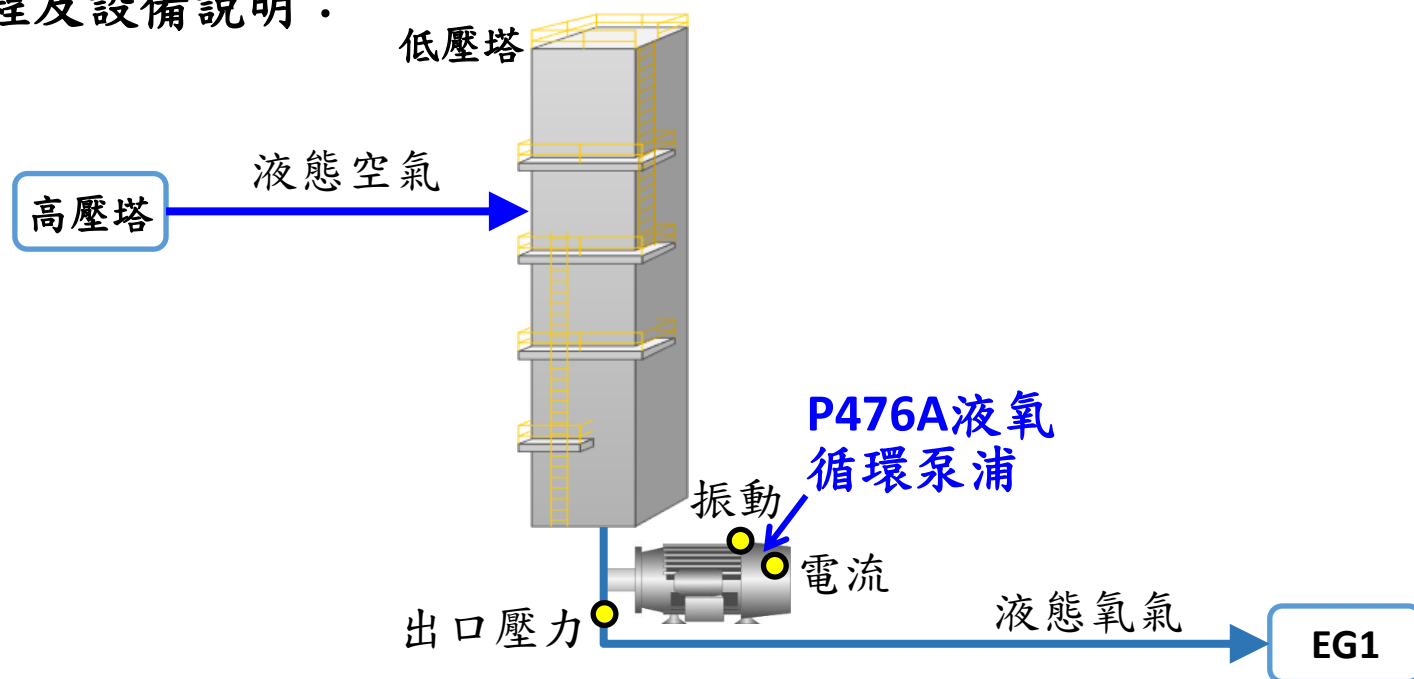
運轉階段	劣化加速度(gE值)	佔額定壽命比率	額定壽命比率迴歸方程式
正常運轉	0→0.2	1→0.8	1 - 1× gE值
階段①	0.2→0.5	0.2→0.1	1.26667 - 2.33333×gE值
階段②	0.5→1	0.1→0.05	0.15 - 0.1×gE值
階段③	1→30	0.05→0.01	0.05138 - 0.00138×gE值
階段④	30以上	0.01→0	0.025 - 0.0005×gE值

各階段對應迴歸方程式

參、軸承壽命預測

四、案例說明:EG1廠P476A馬達監控

(一)製程及設備說明：



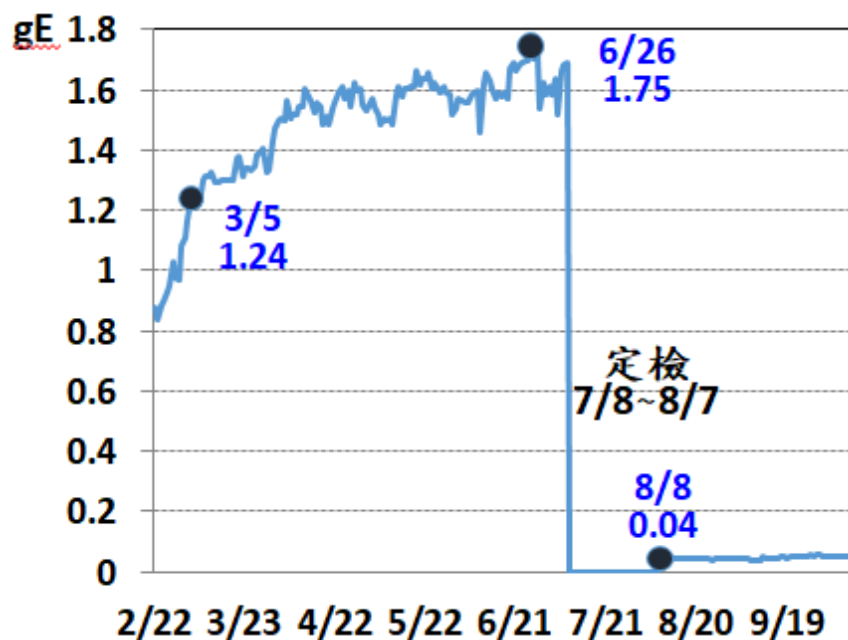
1. P476A為EG1廠液氧重要循環泵浦，若發生非預期停機，將造成EG1廠氧氣失壓，並連鎖氧氣混合站乙烯/氧氣停止進料。
2. 馬達：100KW、380V、4,100~6900 rpm(變頻)、滾動軸承:7213、6210
3. 以馬達電流、軸承加速度值及出入口壓力等測點，運轉數據建立監控模組。

參、軸承壽命預測

四、案例說明:EG1廠P476A馬達監控

(二)異常分析與保養決策

- 1.馬達軸承劣化加速度值於3/5上升至1.24gE觸發預警，導入預測模型計算剩餘壽命259天(預測損壞日期 11/18)，7/8定檢前可正常運轉。
- 2.定檢前加速度值上升至1.75 gE，剩餘壽命剩132天，更新軸承後劣化加速度值降至0.04gE恢復正常。



gE振動趨勢圖

$$500 \times \left[\left(\frac{10^6}{500 \times 60 \times 4510} \right)^{\frac{1}{3}} \times \frac{67}{3.04} \right]^3 \times (0.05138 - 0.00138 \times 1.24)$$

=6,206小時

=259天

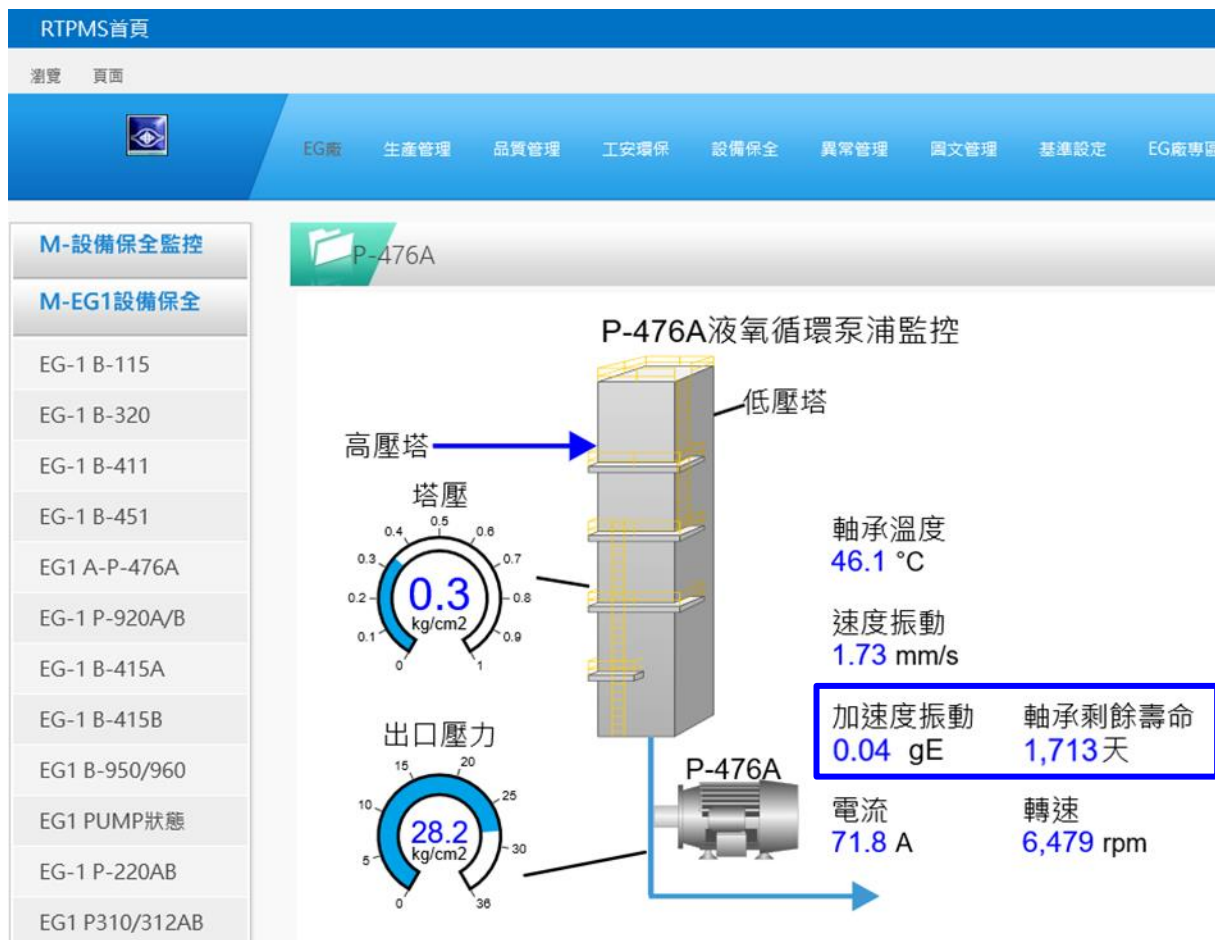
註：預測公式已建置於RTPMS伺服器，
每8小時自動計算乙次。

3/5剩餘壽命計算

參、軸承壽命預測

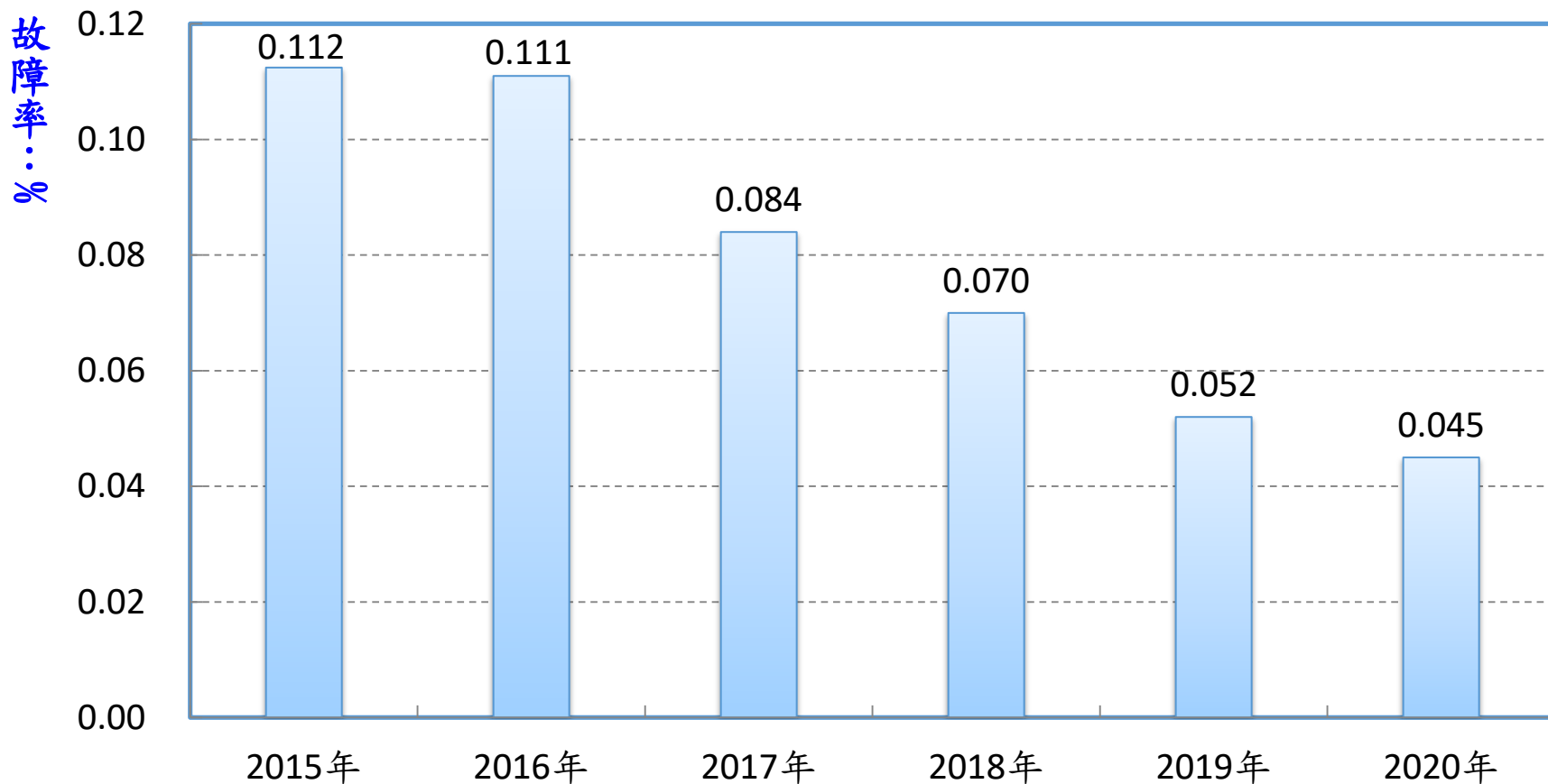
四、案例說明:EG1廠P476A馬達監控

(三)即時生產管理系統顯示剩餘壽命



線上監控轉機之即時生產管理系統，畫面增設顯示剩餘壽命天數，供製程監控及保養人員運用。

肆、設備監控管理成效



建立重要設備智能監控預警及電腦管理機制，強化偏離數據原因分析及控管檢修品質，避免機台發生非計畫性停機及過度保養，近六年故障率由**0.112**降至**0.045%**(2020年統計至10月底)。

伍、未來強化方向

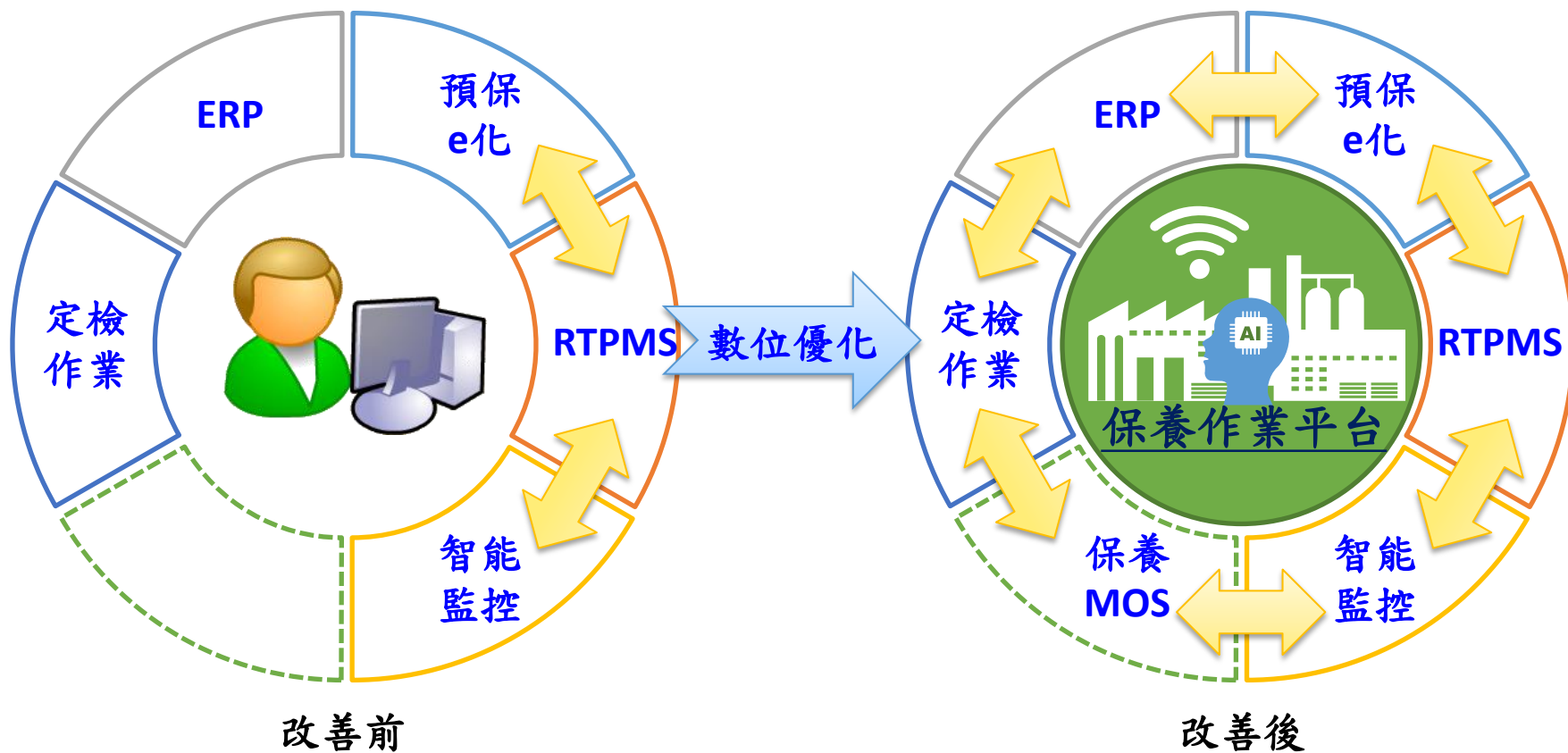
一、儀器檢測功能整合



擬新購整合各項功能之防爆、防水及防摔多合一行動裝置，並增設無線網路以利自動上傳巡檢資料，減少人工作業，確保數據正確及提昇作業效率。

伍、未來強化方向

二、保養作業平台建置



(一)改善前人員需至各系統單獨查詢以人工輸入各項數據。

(二)建置保養作業平台串聯各作業系統，加速數位優化及數據整合運用，減省人工作業提升作業效率，預定2021.11.30完成。

MOS:保養外包作業系統(Maintenance Outsourcing System)

報 告 完 畢

恭 請 指 導

附件一、專有名詞中英文對照表

項次	英文縮寫	英文全名	中文名稱	說明
1	RTPMS	Real Time Production Management System	即時生產管理系統	製程及設備即時數據管理的網頁
2	iEM	Intelligent Equipment Management	智能設備管理	設備趨勢管理所使用之軟體名稱
3	gE	gE(g Envelope)	包絡加速度值	軸承劣化加速度單位
4	Lasso	Lasso Regression Model	套索迴歸模型	當自變數之間有共線性現象，加入L1正則項，改進線性迴歸模型。
5	XGBoost	eXtreme Gradient Boosting Model	極限梯度提升模型	決策樹演算法集大成的最終學習模型。
6	Ridge	Ridge Regression Model	脊迴歸模型	當自變數之間有共線性現象，加入L2正則項，改進線性迴歸模型。
7	EO	Ethylene Oxide	環氧乙烷	有機化合物，主要用來製造乙二醇。
8	MOS	Maintenance Outsourcing System	保養外包作業系統	主要是用來連接ERP及行動裝置的系統平台。
9	ERP	Enterprise Resource Planning	企業資源規劃系統	利用模組化的方式，整合企業營運資料