



台灣 ESCO

會訊

Taiwan ESCO Newsletter

70

2022 年 12 月





建商創造迷人的夜色，
我們為綠建築提供智能的風，與靈凍的鮮食。



美國  Copeland
生鮮保冷庫DC恆溫機組
垃圾儲存室變頻冷藏系統



德國  ebm-papst
全熱新風機EC變頻風牆
地下停車場智慧通風系統



呈洲·佳光關係企業
台灣愷督科技股份有限公司

台北市松山區八德路二段437巷10弄23-1號
高雄市前鎮區高雄加工出口區南五路7號
代表號：02-2776-6146 07-822-5325
電子郵件：twsunland@gmail.com



呈洲·佳光關係企業
歐陸通風設備股份有限公司

新北市五股區五股工業區五權路7巷2號5樓
新北市林口區後湖56-7號·高雄市苓雅區國治路22號
代表號：02-2601-6321 07-722-9838
電子郵件：euro.tw@msa.hinet.net

2022年12月

Taiwan ESCO Newsletter

發行人/
楊秉純

會訊委員會主任委員/
總編輯 黃國泰

編輯委員/
柯明村、王茂榮、
王輔仁、侯克文

執行編輯/
劉國琛、周淑娟

出版所/
台灣能源技術服務
產業發展協會

地址/
新北市新店區寶橋路
48號4樓之3

電話/
(02) 8914-6171

傳真/
(02) 8914-5324

E-mail/Url
taesco.tw@msa.hinet.net
www.taesco.org.tw

Facebook/
[https://www.facebook.com/
groups/1658862831040307/](https://www.facebook.com/groups/1658862831040307/)



封面作者：中國書法學會
台東服務處主任周仁祥

目錄 contents

70

專題報導

理事長的話.....	2
儲能設備投入新時間電價及輔助交易服務效益分析...	3
ESG的興起和挑戰——強化永續性、品牌和投資者潛力的旅程.....	6
科技與生活之結合——沙崙綠能科技示範場域.....	9
文獻回顧：固體乾燥劑材料運用於空調系統.....	12
文獻回顧：液態除濕空調系統的乾燥劑材料.....	16
永磁聯軸器——取代傳統聯軸器並應用於泵/ 風機節能減振介紹.....	20

歡迎業界、廠商刊登廣告

廣告圖檔請提供ai、或pdf(須做出血及轉外框、包圖)或300~350dpi之tif檔(或轉可印前用之PDF/1a:2001，或直接將稿面設定出血尺寸216×303mm)

封面裡：全版 210×297mm 20,000元/則(彩色未稅)

封底裡：全版 210×297mm 15,000元/則(彩色未稅)

封底：寬210×高240mm 15,000元/則(彩色未稅)

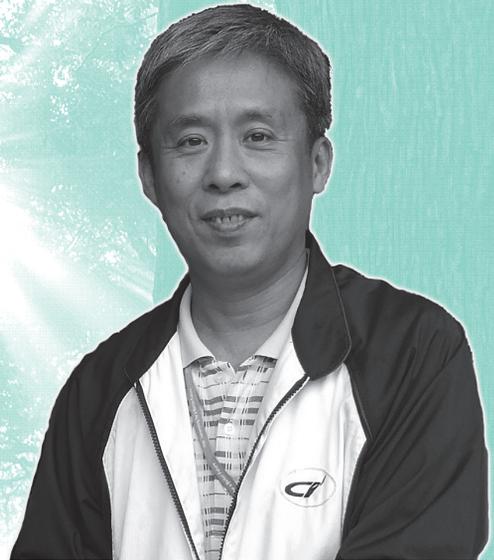
理事長的話

Message from the President

走過紛紛擾擾的2022年，即將邁入新的一年；回顧過去這段時間，疫情已逐漸緩和，生活也逐步恢復正常了！然而蘇烏戰爭的持續，全球仍然陷入了能源的衝擊和經濟的不穩定性；全球雖從去(2021)年提出了2050年淨零排放的訴求，但環境惡化仍未見舒緩；因此才剛落幕的COP27，也將主題定調為：「一場督促落實的峰會(implementation COP)」。而國發會在今(2022)年三月底發佈了我國淨零排放的規劃路徑，同時也提出了十二項關鍵戰略，節能也成為其中的一項；目前也積極投入這些關鍵戰略的實際推動方案之研擬，期望落實淨零排放之宣示。

在這樣的契機下，也開創了ESCO產業的新機會；過去這段時間內，在ESCO公協會結合美國冷凍空調工程師學會台灣分會的努力下，我們和洪申翰立委、林岱樺立委多次討論推動節能戰略的具體作法，更期望在這波推動的浪潮中能讓國人開始重視節約能源的重要性，然後透過推動零耗能建築、系統能源效率能為節約能源開創出新商機，當然更期望帶給ESCO產業一個全新舞台。過去這段期間，我們向經濟部王部長、行政院副院長、國發會主委提出我們的想法及訴求，雖然尚未開花結果，但總算讓政府高層開始注意到節約能源的重要性及ESCO產業的專業性。

比較值得欣慰的是，能源局已正式將「節能績效量測驗證照」納為申請補助的必要條件，同時公協會將原先不同證照轉換為新的「節能績效量測驗證照」以及回訓機制也正進行中；未來也將逐步架構完整ESCO從業人員不同層次之訓練課程及證照制度，這些逐步推動的機制就是要建立ESCO產業的專業性及強化從業人員的專業能力。如此一方



面能提升ESCO產業之專業能力和形象，讓ESPC專案可以獲得不同利害關係人(業主、金融機構、政府主管機關…等)的信賴，進而創造產業推動的活水；一方面則可透過專業服務來擴大國內產業節能減碳的效益。

這樣的發展，我要特別感謝協會南部會員朋友的牽線，讓我們透過立法委員的質詢及各項論壇的召開使ESCO產業逐漸受到重視；也感謝公會趙宏耀理事長及ASHRAE Taiwan Chapter杜威達理事長在各項策略建言上的大力協助；更要感謝我們所有理監事及會員朋友的無私付出，相信在大家齊心協力共同努力之下，未來一定可以逐步看到成果。

外部環境已逐步為我們創造了一些機會，但我們能否在這發展契機中掌握這些機會；這就需要大家如何在這轉變的時代，透過厚植自己本身的技術能力及公協會在第三公正角色上的扮演，來為自己公司及整個ESCO產業累積信譽，讓我們成為落實節能戰略不可或缺的角色。

儲能設備投入新時間電價及輔助交易服務效益分析

王秋霖 工程師

財團法人台灣綠色生產力基金會

表1：新時間帶二段式電價

分類		高壓供電		特高壓供電			
		夏月 (6月1日至 9月30日)	非夏月 (夏月以外 時間)	夏月 (6月1日至9 月30日)	非夏月 (夏月以外 時間)		
基本電費 (每瓦 每月)	經常契約	223.60	166.90	217.30	160.60		
	非夏月契約	—	166.90	—	160.60		
	週六半尖峰契約	44.70	33.30	43.40	32.10		
	離峰契約	44.70	33.30	43.40	32.10		
流動電費 (每度)	週一至週五	尖峰時間	夏月 09:00-24:00	3.48	—	3.27	—
			非夏月 06:00-11:00 14:00-24:00	—	3.35	—	3.14
		離峰時間	夏月 00:00-09:00	1.41	—	1.37	—
			非夏月 00:00-06:00 11:00-14:00	—	1.31	—	1.25
	週六	半尖峰時間	夏月 09:00-24:00	1.97	—	1.95	—
			非夏月 06:00-11:00 14:00-24:00	—	1.87	—	1.82
		離峰時間	夏月 00:00-09:00	1.41	—	1.37	—
			非夏月 00:00-06:00 11:00-14:00	—	1.31	—	1.25
	週日及離峰日	離峰時間	全日	1.41	1.31	1.37	1.25

資料來源：台灣電力公司

表2：新時間帶三段式電價

分類		高壓供電		特高壓供電				
		夏月 (6月1日至 9月30日)	非夏月 (夏月以外 時間)	夏月 (6月1日至9 月30日)	非夏月 (夏月以外 時間)			
基本電費 (每瓦每月)	經常契約	223.60	166.90	217.30	160.60			
	半尖峰契約	166.90	166.90	160.60	160.60			
	週六半尖峰契約	44.70	33.30	43.40	32.10			
	離峰契約	44.70	33.30	43.40	32.10			
流動電費 (尖峰時間 固定) (每度)	週一至週五	尖峰時間	夏月 16:00-22:00	4.78	—	4.61	—	
			非夏月 09:00-16:00 22:00-24:00	2.98	—	2.87	—	
		半尖峰時間	夏月 06:00-11:00 14:00-24:00	—	2.90	—	2.78	
			非夏月 00:00-09:00	1.32	—	1.29	—	
	週六	離峰時間	夏月 00:00-06:00 11:00-14:00	—	1.26	—	1.22	
			非夏月 00:00-06:00 11:00-14:00	—	1.26	—	1.22	
		半尖峰時間	夏月 09:00-24:00	1.78	—	1.73	—	
			非夏月 06:00-11:00 14:00-24:00	—	1.71	—	1.65	
	週日及離峰日	離峰時間	夏月 00:00-09:00	1.32	—	1.29	—	
			非夏月 00:00-06:00 11:00-14:00	—	1.26	—	1.22	
		全日	夏月 (指定30天)	16:00-22:00	8.02	—	7.74	—
			非夏月 (指定30天)	09:00-16:00 22:00-24:00	2.98	—	2.87	—
流動電費 (尖峰時間 可變動) (每度)	週一至週五	半尖峰時間	夏月 (指定以外日期)	09:00-24:00	—	2.90	—	2.78
			非夏月 06:00-11:00 14:00-24:00	—	2.90	—	2.78	
		離峰時間	夏月 00:00-09:00	1.32	—	1.29	—	
			非夏月 00:00-06:00 11:00-14:00	—	1.26	—	1.22	
	週六	半尖峰時間	夏月 09:00-24:00	1.78	—	1.73	—	
			非夏月 06:00-11:00 14:00-24:00	—	1.71	—	1.65	
		離峰時間	夏月 00:00-09:00	1.32	—	1.29	—	
			非夏月 00:00-06:00 11:00-14:00	—	1.26	—	1.22	
	週日及離峰日	離峰時間	全日	1.32	1.26	1.29	1.22	
			全日	1.32	1.26	1.29	1.22	

資料來源：台灣電力公司

一、前言

儲能設備可有效轉移尖離峰用電，具有離峰充電、尖峰時段釋放電能的特色，進而可衍生操作電價價差及契約容量管理等來創造經濟效益，本研究針對我國電價模式(新時間電價及輔助型交易服務)，進行成本效益分析，提供 ECSO 業者及能源用戶參採，期加速產業多元化發展。

二、經濟效益分析

為了解儲能設備應用之經濟效益，本研究針對我國電價方案試算，分別以新時間帶電價及台電輔助交易服務兩種模式進行，並以能源用戶裝設建置 1MW 之儲能設備，建置費用約 3,000 萬(目前市場平均報價)，進行成本效益分析，以利業者及用戶做為投入儲能系統之參採。

A. 時間電價

因目前台電時間電價尖離峰價差不高(二段/三段式電價尖離峰價差約 1.7-3.5 元)，如採用傳統計價模式，儲能設備回收年限更長，因此為嘗試在新電價下執行之可能性，本研究採用 110 年台電試行之新時間帶電價(二段/三段式電價尖離峰價差約 2.1-6.7 元)，新時間帶電價如表 1 及 2 所示，尖離峰天數採用 111 年行政院公告之行事曆(表 3) 進行成本效益試算。

(A). 電價差計算：依上述新時間帶電價計算，僅採用低電價時離峰時段充電，高電價時尖峰時段放電之電價差做計算，計算結果如表 4 所示，可觀察儲能設備如僅採用電價差之方式應用，回收年限約為 45.1~55.2 年，均超過儲能電池使用年限。

(B). 降載契約容量計算：經上述計算，儲能設備如僅

表3：111年尖離峰天數

111年	非夏月				夏月				非夏月			
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
平日(天)	21	15	23	19	22	21	21	23	21	20	22	22
週六(天)	4	4	4	5	4	4	5	4	4	5	4	5
週日/假(天)	6	9	4	6	5	5	5	4	5	6	4	4
合計(天)	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31

資料來源：行政院

採用電價差之方式應用，以目前電價及設備成本，回收年限均無法達設備使用生命週期，另於電價差之情境下，加入考量搭配儲能設備抑抵尖峰時段需求量使用，減少契約容量金額，分別以設備抑抵尖峰需量30%、50%及70%時之效益，計算結果如表5所示，數據顯示如可有效降低尖峰契約容量70%以上，電價差與降低契約容量效益合計，回收效益大約可追平目前市面上廠商保證之設備使用年限15年，但以上論述需建立在能源用戶或代操作廠商可有效且精準控制儲能系統搭配負載情況下，才有可能有效抑抵尖峰時段下之契約容量。

B. 輔助型交易

台電為提升電力品質並鼓勵智慧電網之發展，於110年7月啟開放民間發電業及儲能業參供與投入電網電力備載容量，主要提供修正電網系統頻率偏差的調頻備轉、因應台電發電機組跳機之即時備轉及因應電力負載突增之補充備轉等3項服務(輔助型交易服務內容如表6所示)，目前提供調度容量需大於1MW或聚合1MW以上之投標業者參與，成功交易得標者，可得到一定比例之回饋金，詳細計算方式如表7所示。

表4：新時間帶儲能效益計算(僅電價差)

新時間帶(試辦)	尖峰(元)	半尖峰(元)	離峰(元)	天數	效益(萬元)	回收年限(年)
110/10/15-111/9/30						
二段式(高壓)	夏月	3.48	-	86	17.8	55.2
	夏月(週六)	-	1.97	17	1.0	
	夏月(週日)	-	-	19	-	
	非夏月	-	3.35	164	33.5	
	非夏月(週六)	-	1.87	35	2.0	
	夏月(週日)	-	-	44	-	
二段式(特高壓)	夏月	3.48	-	86	17.8	55.2
	夏月(週六)	-	1.97	17	1.0	
	夏月(週日)	-	-	19	-	
	非夏月	-	3.35	164	33.5	
	非夏月(週六)	-	1.87	35	2.0	
	夏月(週日)	-	-	44	-	
三段式(高壓-尖峰時間固定)	夏月	4.78	-	86	29.8	50.8
	夏月(週六)	-	1.78	17	0.8	
	夏月(週日)	-	-	19	-	
	非夏月	-	2.90	164	26.9	
	非夏月(週六)	-	1.71	35	1.6	
	夏月(週日)	-	-	44	-	
三段式(特高壓-尖峰時間固定)	夏月	4.61	-	86	28.6	53.2
	夏月(週六)	-	1.73	17	0.7	
	夏月(週日)	-	-	19	-	
	非夏月	-	2.78	164	25.6	
	非夏月(週六)	-	1.65	35	1.5	
	夏月(週日)	-	-	44	-	
三段式(高壓-尖峰時間可變動)	夏月(可變動)	8.02	-	23	15.4	45.1
	夏月	4.78	-	63	21.8	
	夏月(週六)	-	1.78	17	0.8	
	夏月(週日)	-	-	19	-	
	非夏月	-	2.90	164	26.9	
	非夏月(週六)	-	1.71	35	1.6	
三段式(特高壓-尖峰時間可變動)	夏月(可變動)	7.74	-	23	14.8	47.2
	夏月	4.61	-	63	20.9	
	夏月(週六)	-	1.73	17	0.7	
	夏月(週日)	-	-	19	-	
	非夏月	-	2.78	164	25.6	
	非夏月(週六)	-	1.65	35	1.5	
夏月(週日)	-	-	44	-		

註：尖峰時間可變動時段台電規則僅能1個月，採111年8月份尖峰天數計算。

表6：輔助型交易服務內容

項目	調頻備轉輔助服務		即時備轉輔助服務	補充備轉輔助服務
	dReg	sReg		
反應時間	≤ 1秒 (AFC) 每4秒(AGC)	≤ 10秒	≤ 10分鐘	≤ 30分鐘
持續時間	追隨系統頻率進行上下調頻	追隨系統頻率進行向上調頻	1小時以上	2小時以上
最小報價區間	1小時		1小時	1小時
容量費	競價		競價	競價
電能費	無		依日前邊際價格結算	依日前報價結算
效能費	依資源反應效能給定		依資源反應效能給定	無

資料來源：台灣電力公司電力交易平台。

表5：新時間帶儲能效益計算(電價差+降低契約容量)

新時間帶 (試辦) 110/10/15- 111/9/30	電價 差效 益 (萬元)	契約費 (kW/元)	降低契約30% (抑抵300kW)			降低契約50% (抑抵500kW)			降低契約70% (抑抵700kW)			
			抑抵 效益 (萬元)	合計 效益 (萬元)	回收 年限 (年)	抑抵 效益 (萬元)	合計 效益 (萬元)	回收 年限 (年)	抑抵 效益 (萬元)	合計 效益 (萬元)	回收 年限 (年)	
二段式 (高壓)	54.3	尖峰	223.6	26.8	121.2	24.8	44.7	165.8	18.1	62.6	210.4	14.3
		離峰	166.9	40.1			66.8			93.5		
二段式 (特高壓)	54.3	尖峰	217.3	26.1	118.9	25.2	43.5	162.0	18.5	60.8	205.0	14.6
		離峰	160.6	38.5			64.2			89.9		
三段式 (高壓-尖峰時 間固定)	59.1	尖峰	223.6	26.8	126.0	23.8	44.7	170.6	17.6	62.6	215.2	13.9
		離峰	166.9	40.1			66.8			93.5		
三段式 (特高壓-尖峰 時間固定)	56.4	尖峰	217.3	26.1	121.0	24.8	43.5	164.1	18.3	60.8	207.1	14.5
		離峰	160.6	38.5			64.2			89.9		
三段式 (高壓-尖峰時 間可變動)	66.5	尖峰	223.6	26.8	133.4	22.5	44.7	178.0	16.9	62.6	222.6	13.5
		離峰	166.9	40.1			66.8			93.5		
三段式 (特高壓-尖峰 時間可變動)	63.5	尖峰	217.3	26.1	128.1	23.4	43.5	171.2	17.5	60.8	214.2	14.0
		離峰	160.6	38.5			64.2			89.9		

表7：輔助型交易回饋金計算方式

交易商品項目	容量價格上限 (新臺幣元/MW·h)	效能價格 (新臺幣元/MW·h)			電能價格 (新臺幣元/MW·h)
		調頻備轉 效能級數	效能價格	T ₃₀ 效能測試	
調頻備轉容量	600	1	350	26 ≤ T ₃₀ < 30 (dReg 0.25)	無
		2	275	19 ≤ T ₃₀ < 26 (dReg 0.5, sReg)	
		3	200	13 ≤ T ₃₀ < 19	
		4	125	7 ≤ T ₃₀ < 13	
		5	50	2 ≤ T ₃₀ < 7	
即時備轉容量	400	即時備轉 效能級數	效能價格	反應時間測試	依日前電能 邊際價格 結算
		1	100	≤ 1分鐘	
		2	60	≤ 3分鐘	
3	40	≤ 5分鐘			
補充備轉容量	350	不適用			依實際報價結算 上限為10,000

交易商品	結算公式
調頻備轉容量	日結算價金 = Σ _h (容量費 _h + 效能費 _h) × 服務品質指標 _h
即時備轉容量	日結算價金 = Σ _h (容量費 _h + 效能費 _h) × 服務品質指標 _h + 電能費
補充備轉容量	日結算價金 = Σ _h 容量費 _h × 服務品質指標 _h + 電能費

資料來源：台灣電力公司電力交易平台。

表8：輔助型交易效益計算

交易商品	效能等級	容量費(元)	效能費(元)	服務品質	待命時數(小時)	電能費(元)	調度時數(小時)	效益(萬元)	回收年限(年)
調頻備轉	1(dReg0.25)	450	350	1	8,600	-	-	688	4.4
	2(dReg0.5/sReg)	450	275	1	8,600	-	-	624	4.8
	3	450	200	1	8,600	-	-	559	5.4
	4	450	125	1	8,600	-	-	495	6.1
	5	450	50	1	8,600	-	-	430	7.0
即時備轉	1	350	100	1	8,600	10	50	437	6.9
	2	350	60	1	8,600	10	50	403	7.5
補充備轉	3	350	40	1	8,600	10	50	385	7.8
	-	250	-	1	8,600	10	50	265	11.3

註：1.調頻容量費歷史價格平均450元、2.即時備轉容量費歷史價格平均350元、3.補充備轉容量費歷史價格平均250元、5.義電調度經驗度時數約50小時/年。

以上述參與台電輔助型交平台回饋金模式計算，以用戶裝設最低調度容量1MW儲能設備建置，建置成本3,000萬，計算結果如表8所示，數據顯示如參與調頻備轉服務，回收年限依效能等級約在4.4-7年，即時備轉服務回收年限約在6.9-7.8年，補充備轉容量服務回收年限落在11.3年，結果會依投入時間與品質有所不同。

四、結論

依上述新時間帶電價與輔助行交易服務投入儲能系統應用比較，就效益與回收年限而言，輔助行交易服務均優於新時間帶電價，另就能源用戶均裝設於表後儲能設備應用，因設置於台電電表後，反應時間在調頻備轉僅能做到效能等級2的性況下，儲能系統回收年限約在4.8-11.3年，優於投入新時間帶電價，如可加速能源用戶或ESCO廠商聚合儲能投入，也有助於儲能市場與電網發展。

ESG的興起和挑戰——強化永續性、品牌和投資者潛力的旅程

✍ 黃國泰 全球資深產品經理
台灣檢驗科技股份有限公司 知識與管理事業群

ESG從各種形式中崛起

幾十年來，環境、社會和治理 (ESG) 因素以各種形式存在，但對包括消費者、投資者、信用評級機構、貸方和監管機構在內的眾多利益相關者來說變得越來越重要。

為什麼選擇ESG，為什麼是現在？

與ESG相關的問題對越來越多的消費者來說變得更有意義，尤其是千禧世代和Z世代 (iGen)。許多社會經濟因素，例如保護環境、應對氣候變化和貧困，以及基於種族、性別和性取向的多樣性，對這些群體極為重要。這個不斷擴大的基礎將繼續產生很大的影響，並根據ESG做出採購和投資決策。

這些利益相關者，連同投資者、員工和整個社會，要求公司不再僅是遵守法律要求，而是期望產生積極的影響，以反映對永續發展領導地位的真正承諾。這需要為聯合國永續發展目標 (SDGs) 做出積極貢獻，並在整個商業模式中踏上創造價值的旅程。

增加投資者的關注度和法規要求

ESG標準是投資者評估他們可能投資的公司的一種越來越流行的方式。這些標準可以幫助他們避免因環境等領域的投資而帶來極大財務風險。

ESG法規也在世界各國持續緊縮，從歐盟的永續金融披露條例 (Sustainable Finance Disclosure Regulation; SFDR) 到美國證券交易委員會更加關注與氣候相關的風險。

現在是行動的時候了

根據KPMG 2020年永續發展報告調查，96%的G250 (全球最大的公司) 和80%的N100 (5200家公司，包括52個國家/地區最大的100家公司) 報告了他們的永續發展績效。

永續發展和企業社會責任不再是企業可以只說而不做的事情了。漂綠 (Greenwashing) 一對商業行為進行看似環保友善的行為——不再為金融市場所接受，而這正是新的主要變革驅動力。相反的，公司高階管理層必須找到一種有效的方法，依據既定的ESG標準來量化公司的運作。

這個原本與金融市場息息相關的永續發展和企業社會責任的考量，因為公司董事會的積極參與產生了深刻變化。投資者關注的不僅僅是財務報表。他們現在採用參考財務資訊和ESG表現的綜合性方法進行投資決策。這已獲得金管會等政府主管機關的支持。

提高勞工標準和人權，減少資源使用、碳足跡和排放等概念至關重要。公司必須管理其績效及其供應鏈的績效。既有的多種標準可協助企業在這些領域取得積極成果，並且提供相關經理人員在尋求提高永續性和企業社會責任時，他們傳統上會去關注的指標。

ESG有何不同？

ESG包含各種面向，但係側重於其對組織業務具有實質的影響。相關管理人員和董事會成員的目標最終可能是相同的——提高工作效率，同時減少對環境和社會的影響——但他們描述和實現這些目標的方式可能截然不同。

相關管理人員關注提高永續性以降低風險，而董

事會對ESG感興趣，因為它是投資者考慮的重要部分——它是其實質性的一部分。

什麼是實質性(Materiality)? 實質性考量可影響業務機會和風險的所有面向。

投資者有傳統上專注於財務上的實質性，因為他們的主要興趣一直是在“盈虧、利潤”。但情況正在發生變化，投資者與主管機關現在對非財務的實質性更有興趣。

了解一家公司的ESG實質性有多重優點。他藉由揭露非財務的資訊，改善投資的決策和風險機會評估，加強利益相關者的參與和幫助公司因應未來對於法規和法律的變更。

商業領袖的巨變是 ESG 重要性不能被認為不是那麼重要了，因為它現在完全交織在一起，具有財務重要性。消極的ESG相關行為危害業績和財務狀況

哪個ESG報告框架？

有效的實質性分析需要正確的ESG框架。但是，沒有通用的方法，因為每個公司有自己的實質性標準，例如行業類型等因素、經營地點和利害相關者的需求。這會影響組織，允許他們設定議題和他們的ESG之旅的方向。但該方法必須清晰，可被查證及說明的。幾個成熟的ESG存在框架，包括：

- 全球報告倡議 (GRI)
- 永續會計準則委員會 (Sustainability Accounting Standards Board, SASB)
- OECD盡職調查指南
- 公司人權基準(CHRB)
- ISO 26000 –社會責任感指南
- 氣候相關工作組財務披露 (TCFD)

有些更像傳統的ISO標準 (例如ISO 26000)，同時其他不是 (例如CHRB)。他們的“實質性”的定義也略有不同。然而，他們都涵蓋了類似的問題，例如排放、環境破壞、勞工標準和同工同酬，以及將幫助公司提高其永續發展和企業社會責任的方法。

選擇哪個 ESG 框架取決於因素，例如與目標保持一致 (例如有沒有重點減少排放?)，管轄權和競爭對手

的選擇。每個提供一個在其上構建和報告的框架關於 ESG 目標

為什麼要提高 ESG 資訊的品質？

好處包括：

- 提高認可度、信任度和可信度
- 抵抗風險的能力和增加長期成功的機會
- 提高董事會和其成員的參與度
- 加強報告和管理系統
- 改善與利益相關者的溝通

為什麼要保證(Assurance)？

國際會計師聯合會(IFAC)2021年6月的公佈的數字，表明91%的組織報告了某種形式的永續性資訊。然而，要對投資者有效的資訊，此資訊必須經過保證，然而只有51%這些組織提供這樣的保證。而在這51%中，只有63%是由第三方機構進行。大多數 – 約88% - 的保證報告是有限的保證，只有保證相關定義的方面 (例如排放)。永續性報告的保證是建立對ESG報告的信任以及展現ESG報告的價值。

目前，主要保證標準是：

- AccountAbility (AA) AA1000保證標準
- 國際標準確信業務 3000 (ISAE 3000)

AA1000 可用於報告和保證，而 ISAE 3000 主要集中在保證程序。

ESG 評級

彭博社 (Bloomberg) 預測，到了 2025 年，全球 ESG 投資規模將突破 53 兆美元，約占全球管理資產的 1/3，顯示 ESG 題材為投資者的關注焦點。為了吸引資金，企業需要參加評比，展現自己在 ESG 方面的努力。

什麼是 ESG 評級？

它基本上是衡量公司長期面臨環境、社會和治理風險的指標。因此，該指標讓市場了解一家公司面對這些風險的準備程度。不同的分析師和評級機構負責發布 ESG 評級。

為什麼它們很重要？評級機構和分析師定期分析公司的永續發展績效資訊並發布分數，然後與投資者分享。投資者經常使用這些分析和評分來做出投資決策。這就是為什麼在主要 ESG 評級中保持良好得分極為重要的原因。這些評級也是公司永續發展績效的有形證據。

主要的ESG評級包括: Ecovadis、CSA、ISS、MSCI ESG。

Ecovadis 是一家商業永續性評級提供商，其全球網絡擁有超過 90,000 家評級公司。公司通常使用 Ecovadis 來評估其供應商的永續發展績效。

它評估四個主題的永續性績效：環境、道德、勞工、人權和永續採購。

Ecovadis 是我們今天要介紹的評級中唯一提供證書的評級。

下一個評級是由標準普爾 (S&P) 執行的企業永續發展評估 (Corporate Sustainability Assessment 或簡稱 CSA)。

並非所有公司都有資格參與。只有全球市值最大的公司才會收到參與評估的年度邀請。在此過程中，公司會從三個方面進行評估：經濟/治理、環境和社會。

這是通過標準普爾門戶網站上的廣泛調查問卷完成的。公司有三個月的時間來完成問卷調查，標準普爾會在四到五個月後公佈分數。

他們基本上根據永續發展績效對所在行業的公司進行排名。

只有得分高於特定門檻的公司才有資格成為著名的道瓊斯永續發展指數 (Dow Jones Sustainability Index) 的一部分。

Institutional Shareholder Services (簡稱 ISS) 是一組公司，通過提供高質量的數據、分析和洞察力，使投資者和公司能夠建立長期和永續的增長。他們的 ESG 解決方案使投資者能夠制定和整合負責任的投資政策和實踐，參與負責任的投資問題，並通過篩選解決方案監控投資組合公司的實踐。

他們目前從兩個維度篩選了大約 9,700 家發行人的永續發展績效：社會評級和環境評級。

如果公司達到/超過 ISS ESG 為 ESG 企業評級中的特定行業定義的永續性績效要求 (「主要門檻」)，則公司被歸類為 Prime。優質公司是其所在行業的永續發展

領導者，能夠更好地應對重大 ESG 挑戰和風險，並抓住機遇。

MSCI ESG 評級是摩根士丹利 (Morgan Stanley) 發布的另一個永續發展評級。

他們評估了 35 個 ESG 關鍵問題的多個數據點。這些重點關注公司核心業務與可能為公司帶來重大風險和機遇的行業特定問題之間的交叉點。關鍵問題根據風險或機會的影響和時間範圍進行加權。所有公司都接受公司治理和公司行為方面的評估。

專業服務行業的關鍵問題包括碳排放、人力資本開發、治理以及隱私和數據安全。

他們使用七級評分系統 (從三級 C 到三級 A) 對公司進行評級，其中三級 C 意味著公司高度暴露於 ESG 風險並且對這些問題的管理薄弱。而 AAA 意味著該公司在管理最重要的永續性問題方面處於行業領先地位。

下一個是Morningstar的Sustainalytics。

Sustainalytics 通過衡量組織未管理的 ESG 風險的規模，提供對公司層面 ESG 風險的洞察。這是通過一系列實質性問題來衡量的，因此它僅考慮對公司經濟價值具有潛在重大影響的問題。專業服務行業的重大問題包括：商業道德、數據隱私和安全、人力資本和產品治理該評級對 14,000 多家公司的 ESG 表現進行評分，風險從可忽略不計到嚴重。

最後一個評級是CDP。

CDP 是一家非營利慈善機構，為投資者、公司、城市、州和地區運行全球信息披露系統，以管理其環境影響。

它們提供三種類型的評估：氣候、水和森林。

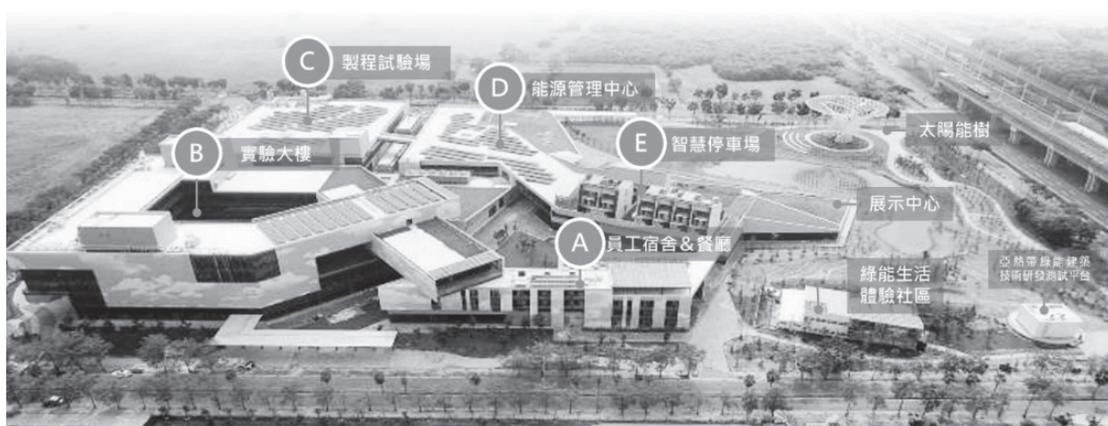
與此年度評估相關的過程是通過公司需要完成並提交的廣泛調查問卷來完成的。完成問卷的時間為三個月，就像標準普爾評估一樣，他們會在四到五個月後公佈分數。

了解每項評比的側重點，企業就能依照自家公司的強項選擇評鑑機構。組織可藉由永續性評級的結果得到認可，可突出了組織的領導地位以及組織如何提高其行業及其他領域的永續性標準

最終要提出，「永續發展是一段旅程，而不是目的地」，互相期勉

科技與生活之結合——沙崙綠能 科技示範場域

✍ 蔡惠如¹ 蕭富仁¹ 陳宗賢¹ 楊秉純²
¹工業技術研究院 產業服務中心
²國立陽明交通大學光電學院



圖一、綠能科技示範場域配置圖

一、前言

2016年蔡政府上台後為加速台灣產業升級及結構轉型，致力於從傳統上以代工為主軸，轉為高附加價值、以服務與解決方案為導向的商業模式；故推出所謂五加二產業創新計畫，涵蓋綠能科技、智慧機械、亞洲·矽谷、生醫產業、國防產業等五項產業創新計畫，再加上循環經濟及新農業等二項，而構成蔡政府的施政重點。其中綠能科技係以創能、儲能、節能、智慧系統整合為四大推動主軸，希望達成綠能推動、產業發展、科技創新等願景。而在「綠能科技產業創新」政策下，推動沙崙智慧綠能科學城之建設為關鍵政策，期望透過連結在地、永續發展、連結國際、連結未來等策略將沙崙智慧綠能科學城打造成為亞太綠能發展中心，並以創新研發創造下一代新興綠能產業。

在整體沙崙智慧綠能科學城的建設下，「綠能科技示範場域」肩負著建立綠能科技開發及示範應用的綠色生活環境，並完整提供國內外綠能研發技術及產業測試、驗證及媒合場域，發揮帶動群聚綠能產業鏈的

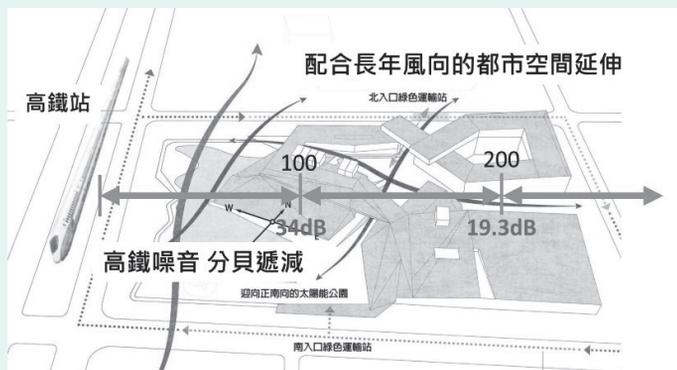
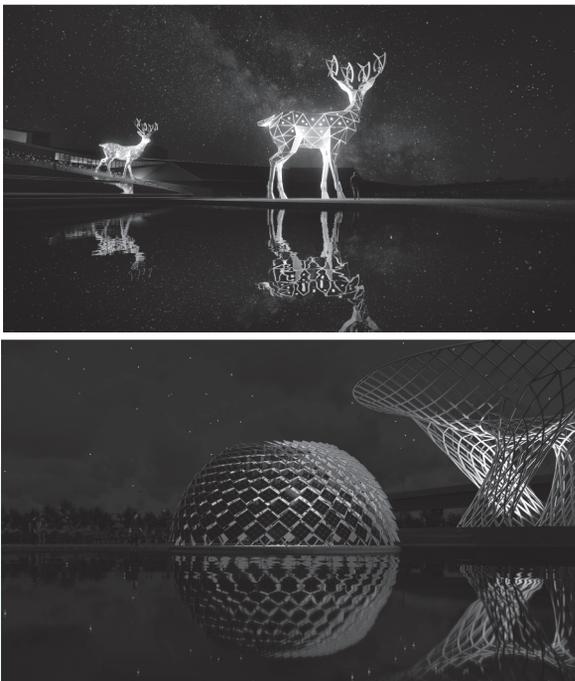
效益。同時，將綠能科技及技術融入永續環境設計中，以互動方式體驗不同能源使用效率的影響，拉近使用者與產業技術的距離，並以寓教於樂的方式，推廣綠能產品及技術的使用的使命；同時也承擔提供國內外綠能技術研發及產業測試、驗證及媒合場域，帶動群聚綠能產業鏈的效益，完成綠能產業聯網的最後一哩路的重責大任。期望以研發驗證增值綠能產品、以系統展示帶動綠能商機。

二、綠能科技示範場域的規劃特色

由於沙崙綠能科技示範場域為科學城的重要一環，而科學城又是我國前瞻計畫綠能建設之指標性公共建設；因此目標係建立人文、生態、環保、資安、智慧結合的綠能科技產業基地，故規劃上是以陽光、空氣、水之平衡為整體場域設計之核心，朝向建立一個以綠能科技應用為主體的生態永續發展場域。具體呈現太陽能系統、光電相關研發技術、場域建築使用、採光天井、太陽能樹…等技術特色；並以空間規劃配合長年風向、通風天井、風之使者…等來形成良好的

氣流，降低空調負載；最後再佐以水資源中心、雨水回收系統、生態過濾池、綠意景觀、科技伊甸園…等環境設施來形成一個良好生活環境。

沙崙綠能科技示範場域座落於沙崙智慧綠能科學城產專D區，面積7.44公頃，動工期為2017年起至2020年竣工且取得使用執照，歷經都市設計、環境影響評估、建築執照申請、水電電機空調、室內裝修及景觀工程、太陽光電設備等建置過程，最後於2021年完成公共藝術作品「科技伊甸園」(太陽果實及風之使者)、「匯聚」、「軌跡」及「光合作用」等。110年11月取得鑽石級綠建築標章證書與鑽石級智慧建築標章證書，111年取得低碳建築鑽石級認證，111年6月獲得「全球卓越建設獎-產業建築類」金獎。這些成就在在驗證及實踐了綠能科技與生活之結合。



圖二、結合陽光、空氣、水之平衡營造生態、藝術的永續場域

三、綠能科技技術平台

由於沙崙綠能科技示範場域係以綠能科技為主軸，來實現產業最後一哩路之理想，目標則是以沙崙為核心在南部地區形成綠能科技的產業鏈，因此在技術發展及推動上係以整合驗證與研發平台建置為主，以虛擬平台實證技術產業化應用功效；因此在場域建設上除將各項綠能科技及技術融入建築整體設計及建設之外，更整合成六大技術平台，來驗證及呈現各項綠能技術之系統應用模式及效益。

1. 智慧化節能技術整合應用平台

以綠建築外殼為建築主體納入熱泵系統、LED照明、儲能電池、染敏電動窗簾、空調環控系統，並以能源管理系統來打造節能生活情境，提供產業示範驗證推廣，建立綠能產業媒合平台；操作上則以再生能源優先供電搭配儲能，大幅降低市電需求，達成降低碳排之目標。

2. 淨零耗能示範與技術驗證平台

在示範場域屋頂之七棟透天住宅以區域電網為基礎，來示範電力供需彈性、穩定區域電網及實現低碳電網之概念，透過深度節能除達成零耗能之理念外，更是追求正能源區(PEZ、Positive Energy Zone)之實現，並打造及實現自給自足的小型電力區域網之理念。

3. 整合多元資源虛擬電廠(VPP)平台

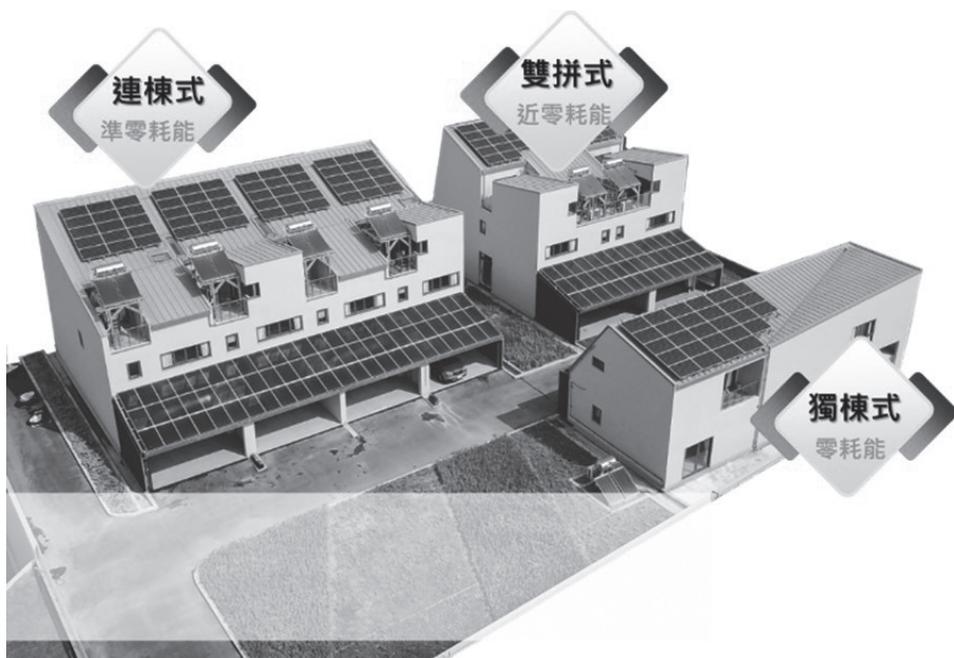
以工研院VPP調度中心，連結台南沙崙場域、六甲院區、永安/彰濱儲能示範場域，建立VPP關鍵技術，增加電網彈性資源，提升電網穩定性；一方面則是探索台電公司輔助服務的可能性，一方面則是架構未來踏入電力交易市場之基礎。

4. 區域能源管理/電力調度平台

以分散式能源之模式、透過虛擬電廠之試驗，並以綠能科技示範場域為生活實證之場域，探索整體資源規劃、邁向綠能永續環境發展所需之各項關鍵技術。

5. 鈦液流電池儲能系統

我國能源轉型之目標在2025年再生能源發電量佔比將達20%，如此大量再生能源併網時，對電網系統之衝擊亦將無法避免，儲能系統將為調節電力系統所需之必要設備；鈦液流電池具有高功率密度、組裝簡單



圖三、智慧節能及綠能科技體驗社區

與可擴充優點，再加上其具備穩定性及安全性高之特點，有機會成為我國大型電網型儲能的關鍵系統。

6. 亞熱帶綠能建築技術研發平台

這是全球首座位於亞熱帶之節能建築測試驗證平台，具有360度旋轉特性，可在不同建築受日照方位影響情境下，驗證綠能建築技術與產品性能；其功能可量測能源使用、溫熱條件、光環境、空氣品質等指標，量化節能設計在不同建築方位之效果；因此可作為建築節能技術開發研究、模擬軟體與產品驗證、國內法規與標章修訂之參考依據，藉以配合國發會2050淨零排放中提升綠能建築技術與應用，來達成零耗能建築之目標。

四、結語與展望

綠能科技示範場域是我國在推動能源轉型及邁向2050年淨零排放的一個重要實驗場，從當年在經濟部能源局大力支持下，歷經工研院同仁多年的努力及營造，目前已成為國內推動及體驗綠能科技的一顆亮眼星星；此外整個場域從早期太陽能樹成為打卡景點，到如今各項公共藝術也成為假日吸引遊客前來體驗綠能科技應用之觀光及環境教育之場域；這些成果也具體呈現綠能科技是可以和生活相互結合而成為我們生活的一部分，同時也展示我們保護地球環境的決心及

信心。

展望未來，因應2050淨零排放的國際趨勢，場域內除更積極開發及應用負碳技術，廣泛應用電動化措施及提升能源效率，採用應用替代燃料外；場域內亦因應各項新技術之發展新增相關的驗證平台如「氫能技術示範驗證平台」、「液流電池儲能示範平台」及「生物技術應用平台」等持續進行技術示範與驗證，以加速綠能產業技術的商業化發展。

致謝

本文之順利完成，特別感謝能源局計畫(111-D0608)之支持，也感謝工研院行政處營建團隊、綠能所技術團隊及產服中心營運團隊之支持。

參考文獻

- 臺灣2050淨零排放路徑及策略總說明，國家發展委員會，2022/03/30。
- 綠能科技示範場域相關簡報資料，工業技術研究院
- 綠能科技示範場域官網，<https://www.sgetds.org.tw/WebPage/Index.aspx>，2022/12/13

文獻回顧：固體乾燥劑材料

運用於空調系統

A review of solid desiccant materials for cooling systems

✍ 連彩綺 李偉智 陳鈞振
財團法人工業技術研究院

摘要

固體乾燥劑冷卻系統(Solid Desiccant Cooling, SDC)作為一種替代空調系統之技術，不僅能減少能源消耗，也可以有效調節濕度與溫度，控制在人體舒適濕度之間。因此，本研究回顧了用於空調系統之新型固體乾燥劑材料最新研究與發展，包含矽基材料、沸石材料、活性氧化鋁、碳基材料與金屬有機框架材料等乾燥劑。然而，除追求吸附容量外，尚需考量再生溫度、低濕吸附能力、整體技術可行性與成本有效性等面向，期未來能開發出適合之乾燥劑，並深入評析應用於固體乾燥劑冷卻系統之適切性。

關鍵字：固體乾燥劑、空調系統、吸水量

一、前言

隨著經濟快速發展，能源消耗大量提升，其中又以空調系統佔主要能源消耗來源。根據IEA統計數據顯示，未來30年內，全球對空調系統的需求量將增加三倍[1]。

乾燥劑空調(Desiccant Air-Conditioning, DAC)需要能吸附大量水蒸氣，又能在低再生溫度下脫附的乾燥劑材料。主要可分為幾種類型：固體或液體、物理吸附或化學吸附、天然或人工、生物或岩基與複合材料或聚合物乾燥劑。

二、固體乾燥劑材料

固體乾燥劑冷卻系統(Solid Desiccant Cooling, SDC)做為一種替代空調系統之技術，不僅能減少能源消耗，也可以有效調節濕度與溫度，控制在人體舒適濕

度之間。因此，本研究回顧了用於空調系統之新型固體乾燥劑材料最新研究與發展。

2.1 矽基乾燥劑材料

矽膠(SG)為天然存在的礦物，主要成份為二氧化矽($\text{SiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$)，透過加工提煉成顆粒狀，具有微孔的結構，一般比表面積為 $650 \text{ m}^2/\text{g}$ ，孔徑由2-3 nm(A型)到0.7 nm(B型)不等，吸附熱約 $2,800 \text{ kJ}/\text{kg}$ [2]。研究已證實將矽膠浸泡在吸濕鹽類中，為一種提高吸水力簡單且有效的方法。Gordeeva等人研究指出複合矽膠的吸水率隨著鹽類(MgSO_4)的增加而提高，陰離子濃度對矽膠的吸水量也有重要影響[3]。矽膠複合鹽類吸水率由高至低依序為 $\text{SG}/\text{CaCl}_2 > \text{SG}/\text{LiBr} > \text{SG}/\text{MgCl}_2$ 。當矽膠含有33 wt.% CaCl_2 時， SG/CaCl_2 吸水量可達 $0.85 \text{ g}/\text{g}$ [4]。

2.2 沸石乾燥劑材料

沸石分為天然沸石與人工沸石，主要由矽、鋁、鎂、鎳、鋅、鈹等原子之結晶氧化物所構成。沸石因為可以篩分不同大小的分子，又被稱為「分子篩」(Molecular sieve)。天然鋁矽酸鹽礦石在灼燒時會產生沸騰現象，因此被命名為沸石。然而，天然沸石(A型、X型和Y型)在低於 200°C 下難以再生[5]，因此，很難運用於SDC系統。

目前功能型吸附材料(FAM)已商業化，並由三菱塑料公司用於乾燥空調[6]。雖然沸石乾燥劑可在較低溫再生，但是與其他多孔吸附劑相比，吸水量仍相對較低。也因此限制了其在SDC系統中的應用。

2.3 活性氧化鋁乾燥劑材料

活性氧化鋁是由氫氧化鋁脫水製備的，有較高的比表面積。比表面積為 $150\text{-}500 \text{ m}^2/\text{g}$ ，孔徑介於 $1.5\text{-}6 \text{ nm}$

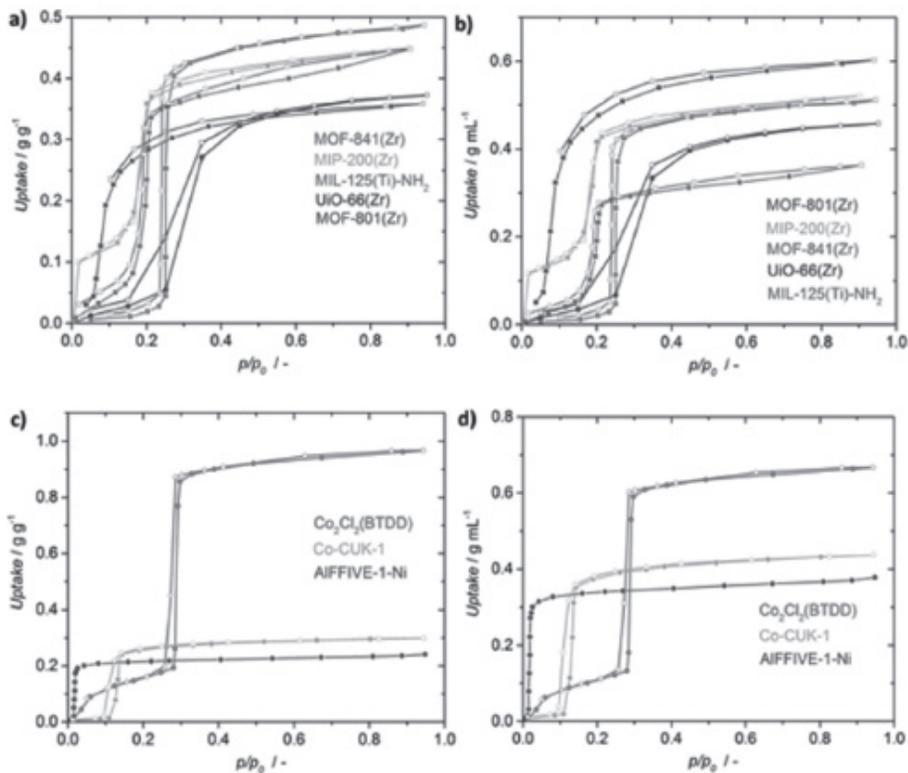


圖1 在298K下，常見MOF之質量比與體積比等溫吸附及脫附曲線圖[24]

之間，吸附熱約等於 3,000 kJ/kg[2]。

具高微孔顆粒結構的活性氧化鋁，一般而言吸水能力可達 0.6 g/g，且因其結構安定性佳，可承受急遽的溫度變化，即使浸泡於水中也不會收縮、膨脹、軟化或分解，常應用於乾燥機內的吸附床，並在 170-300°C 下再生 [7]。

2.4 碳基乾燥劑材料

活性炭 (AC) 為一種廣泛使用的固體乾燥劑，具有高比表面積與孔隙體積。改良活性炭常以硝酸氧化、微波輔助還原或兩者兼具的方式製備而成。隨著總表面基團的減少改良活性炭的脫附活化能隨之降低。透過減少表面基團或增加孔隙體積可用來提高活性炭的性能 [8]。

黃等人研究顯示以吸濕鹽類與活性炭結合能有效提高活性炭吸水能力 [9]。將活性炭浸泡在 Na_2SiO_3 溶液中製備出複合吸附劑，與未改質前活性炭相比，複合吸附劑在低 P/P_0 下有更大的吸水量。Tso 和 Chao 將活性炭浸泡在 Na_2SiO_3 與 CaCl_2 溶液中製備一系列複合活性炭，AC07 在一大氣壓下、溫度 25~115°C 時，平衡之水氣吸附能力上升至 0.805 g/g。 [10]

2.5 金屬有機框架乾燥劑材料

金屬有機框架 (MOF) 是透過形成強化學鍵結將無機金屬單元與有機配體橋接，進而形成排列整齊的開放式框架結構。結構可控性與高孔隙率使 MOF 成為吸附應用領域中具前瞻性的結晶多孔材料，並應用於各種不同的領域。

常見的 MOFs 如 MIL-101(Cr)- NH_2 (吸水率：1.05 g/g)、MIL-100(Fe) (吸水率：0.87 g/g) 和 PIZOF-2 (吸水率：0.68 g/g) 可應用於建築吸附材料、熱泵或吸附式製冷機等 [11-13]。Yan 等人使用 MIL-101 和氧化石墨 (GO) 開發了新的吸附劑複合材料，具有高水氣吸附力 (1.6 g/g) [14]。Bareschino 等人將 6%w/w GO 分散在 MIL101 中，製備出一複合材料，研究結果顯示：在模擬條件下，與矽膠乾燥劑除溼轉輪相比，吸水率提高了 6 倍，除濕性能提高了 30% [15]。

然而，在較低 P/P_0 下，吸水率急遽上升，代表可在低濕狀態下有較佳吸水率，稱之為觸發點，對於運用於空調系統為一重要指標。

MOF-74(Ni) 由氧化鎳 (II) 與 2,5-二羥基對苯二甲酸酯組成，為一維平行六邊形結構，在 P/P_0 為 0.02 時為

吸附觸發點，吸水容量為0.54 g/g[16]。MOF-303以鋁基金屬簇與HPDC結合而成。其孔隙率為0.54 cm³/g，觸發點在0.13 P/P₀時，吸水容量達0.45 g/g，經過五個循環後吸水容量無損失[17]。MOF-801的結構由立方空間組成，具有三個獨立的腔室。兩個0.56 nm與0.48 nm的四面體及一個直徑為0.74 nm的八面體。觸發點為0.10 P/P₀，吸水容量為0.41 g/g [18-19]。CAU-6(Al)為H₂BDC-NH₂與AlCl₃·6H₂O溶解於異丙醇中，經一系列反應後製備而成。孔隙率為0.25 g/cm³，觸發點為0.09 P/P₀，吸水容量0.40 g/g[20]。CAU-10為一種多孔間苯二甲酸鋁，結合了鋁簇與BDC配體，合成方法可用綠色選擇替代DMF。孔隙率為0.28 g/cm³，觸發點為0.18 P/P₀，吸水容量0.38 g/g[21-22]。透過增加親水性官能基，例如-NO₂(硝基)、-NH₂(氨基)與-OH(羥基)等，可有效提高MOF親水性[23]。

此外，Liu等人比較常見MOF質量比(g/g MOF)與體積比(g/cm³ MOF)等溫吸附與脫附曲線圖如圖1所示：原本MOF-841(Zr)與MIP-200(Zr)有較佳質量比吸附容量，但經過晶體密度校正後，以MOF-801(Zr)有最佳體積比吸附容量[24]。顯示出吸附體積比等溫曲線圖與質量比等溫與線圖有差異，以吸附體積比等溫曲線圖更能符合實際應用面。

Furukawa等人研究Zr系MOF以及其他10種代表性多孔乾燥劑(包括沸石13X、MCM-41等)在不同分壓下五個循環前後之吸水容量。結果指出：MOF-805、MOF-806、MOF-808、Basolite A100、A300與C300，經過每次循環後吸水容量不斷下降，推測與孔隙率的降低有關。DUT-67、MOF-804、MOF-74s、CAU-6與沸石13X，由第一個循環到第二個循環後吸水率顯著下降，此後吸水容量幾乎不變。在此情況下，再生需要更高的溫度脫附，造成再生成本高，在實際應用上將受到很大限制[24]。

由以上結果可以推斷，MOF的穩定性與低濕、中濕與高濕下之吸水率均為乾燥劑材料之探討重點，其中MOF-801-P、MOF-802、MOF-841、UiO-66、CAU-10和MCM-41表現出較佳的穩定性[25]。

三、結論

本篇研究回顧了空調系統中，相對具潛力之各項固

體吸附劑，包含：矽基材料、沸石材料、活性氧化鋁、碳基材料與金屬有機框架材料。矽基材料吸水力普遍較低，需與鹽類複合以提升其吸水率(0.7-0.85 g/g)；天然沸石在低於200° C下難以再生，較難運用於SDC系統；合成沸石FAM材料目前已商業化，並由三菱塑料公司用於乾燥空調，但仍有吸水量較低之缺點；活性氧化鋁吸水能力一般可達0.6 g/g，但仍有再生溫度較高之缺點；活性碳將原碳進行改質或添加吸濕鹽類可以提高吸附量至0.805 g/g；金屬有機框架材料具有高孔隙率、穩定的結構與可調節的成分等特性，使其可應用於各種不同的領域，吸水容量相對較高(0.68-1.05 g/g)。

然而，除追求吸附容量外，尚需考量再生溫度、低濕吸附能力、整體技術可行性與成本有效性等面向，期未來能開發出適合之乾燥劑，並深入評析應用於固體乾燥劑冷卻系統之適切性。

四、參考文獻

1. Agency IE, The Future of Cooling: Opportunities for energy-efficient air conditioning, 2018. Google Scholar
2. Srivastava NC, Eames IW. A review of adsorbents and adsorbates in solid-vapour adsorption heat pump systems. *Appl Therm Eng* 1998; 18:707-14.
3. Gordeeva L, Glaznev I, Aristov YI. Sorption of water by sodium, copper, and magnesium sulfates dispersed into mesopores of silica gel and alumina. *Russ J Phys Chem* 2003;77(10):1715-20.
4. Cortés FB, Chejne F, Carrasco-Marín F, Pérez-Cadenas AF, Moreno-Castilla C. Water sorption on silica-and zeolite-supported hygroscopic salts for cooling system applications. *Energy Conversion and Management* 2012;53(1): 219-23.
5. Tashiro Y, Kubo M, Katsumi Y, Meguro T, Komeya K. Assessment of adsorption-desorption characteristics of adsorbents for adsorptive desiccant cooling system. *Journal of materials science* 2004;39(4):1315-9.
6. Mitsubishi Plastics Inc. Zeolitic water vapor adsorbent AQSOA™ honeycomb wheel for dehumidification and humidification & AQSOA™ coated heat exchanger for adsorption heat pump. <http://www.mitsubishi-chemical.de/>

- uploads/tx_mfcmcecommerce/Aqsoa.pdf.
7. 楊建裕，乾燥除濕輪動態操作與材料耐候性研究分析，行政院原子能委員會，2018。
 8. Li X, Chen X, Li Z. Adsorption equilibrium and desorption activation energy of water vapor on activated carbon modified by an oxidation and reduction treatment. *J Chem Eng Data* 2010;55(9):3164-9.
 9. Huang H, Oike T, Watanabe F, Osaka Y, Kobayashi N, Hasatani M. Development research on composite adsorbents applied in adsorption heat pump. *Applied Thermal Engineering* 2010;30(10):1193-8.
 10. Tso CY, Chao CYH. Activated carbon, silica-gel and calcium chloride composite adsorbents for energy efficient solar adsorption cooling and dehumidification systems. *Int J Refrig* 2012;35(6):1626-38.
 11. Feng X, Qin M, Cui S, Rode C, Metal-organic framework MIL-100(Fe) as a novel moisture buffer material for energy-efficient indoor humidity control, *Building and Environment*, 2018, 145: 234-242.
 12. Canivet J, Fateeva A, Guo Y, Coasne B, Farrusseng D, Water adsorption in MOFs: fundamentals and applications, *Chemical Society Reviews*, 2014, 43.16: 5594-5617.
 13. Ehrenmann J, Henninger SK, Janiak C, Water adsorption characteristics of MIL-101 for heat-transformation applications of MOFs, *Eur. J. Inorg. Chem*, 2011, 471-474.
 14. Yan J, Yu Y, Ma C, Xiao J, Xia Q, Li Y, Li Z, Adsorption isotherms and kinetics of water vapor on novel adsorbents MIL-101(Cr)@GO with super-high capacity, *Applied thermal engineering*, 2015, 84: 118-125.
 15. Bareschino P, Diglio G, Pepe F, Angrisani G, Roselli C, Sasso M, Numerical study of a MIL101 metal organic framework based desiccant cooling system for air conditioning applications, *Applied Thermal Engineering*, 2017, 124: 641-651.
 16. Qadir NU, Said SA, Mansour RB, Mezghani K, Ul-Hamid A, Synthesis, characterization, and water adsorption properties of a novel multi-walled carbon nanotube/MIL-100(Fe) composite, *Dalton Transactions*, 2016, 45.39: 15621-15633.
 17. Ul Qadir N, Said SA, Mansour RB, Modeling the performance of a two-bed solar adsorption chiller using a multi-walled carbon nanotube/MIL-100(Fe) composite adsorbent, *Renewable Energy*, 2017, 109: 602-612.
 18. Liu J, Wang Y, Benin AI, Jakubczak P, Willis RR, LeVan MD. CO₂/H₂O adsorption equilibrium and rates on metal-organic frameworks: HKUST-1 and Ni/DOBDC. *Langmuir* 2010, 26, 14301-14307.
 19. Kim H, Yang S, Rao SR, Narayanan S, Kapustin EA, Furukawa H, Umans AS, Yaghi OM, Wang EN. Water harvesting from air with metal-organic frameworks powered by natural sunlight. *Science* 2017, 356, 430-434.
 20. Reinsch H, Marszałek B, Wack J, Senker J, Gil B, Stock N. A new Al-MOF based on a unique column-shaped inorganic building unit exhibiting strongly hydrophilic sorption behavior. *Chem. Commun.* 2012, 48, 9486-9488.
 21. Jeremias F, Lozan V, Henninger SK, Janiak C. Programming MOFs for water sorption: Amino-functionalized MIL-125 and UiO-66 for heat transformation and heat storage applications. *Dalton Trans* 2013, 42, 15967-15973.
 22. de Lange MF, Ottevanger CP, Wiegman M, Vlugt TJH.; Gascon, J.; Kapteijn, F. Crystals for sustainability – structuring Al-based MOFs for the allocation of heat and cold. *CrystEngComm* 2015, 17, 281-285.
 23. Akiyama G, Matsuda R, Sato H, Hori A, Takata M, et al. Effect of functional groups in MIL-101 on water sorption behavior. *Microporous Mesoporous Mater* 2012;157:89-93.
 24. Liu X, Wang X, Kapteijn F. Water and metal-organic frameworks: from interaction toward utilization. *Chemical reviews*, 2020, 120.16: 8303-8377.
 25. Furukawa H, Gandara F, Zhang YB, Jiang J, Queen WL, Hudson MR, Yaghi OM. Water adsorption in porous metal-organic frameworks and related materials. *Journal of the American Chemical Society*, 2014, 136.11: 4369-4381.

文獻回顧：液態除濕空調系統的乾燥劑材料

✍ 陳奕翔 李偉智 陳鈞振 康育豪
財團法人工業技術研究院

摘要

液態除濕系統相較傳統冷凝壓縮空調具有節能、濕度控制性高和低再生溫度等優點，近年來受到了廣泛研究。然而，液態乾燥劑空調系統 (liquid desiccant air-conditioning, LDAC) 仍然存在未解決的問題。其中系統所使用的傳統鹵化物鹽溶液具有腐蝕性，且成本高，因此許多種液態乾燥劑，例如離子液體 (ionic liquid, IL)、深共熔溶液 (deep eutectic solvent, DES)，因具有高吸濕性，被認為具有替代鹵化物鹽溶液的潛力而被大量研究，本文將介紹各種液態乾燥劑之發展現況，以及本研究室所開發離子液體跟現有液態乾燥劑性質比較。

關鍵字：液態乾燥劑、液態除濕系統、離子液體、深共熔溶液

1. 前言

1970年至2019年，全球能源消耗從4.43增長到139.6億噸，預計2040年將達到180億噸，如圖1所示^[1]。為人們提供室內舒適環境的建築物是最大宗的能源用戶，在建築物的空調系統方面，傳統的蒸汽壓縮製冷 (vapor compression refrigeration, VCR) 系統是最廣泛應用於室內製冷以及供暖，且方便與室內空間結合的空調系統^[2]，但VCR系統對濕度的控制效率低下，特別是在炎熱潮濕的地區^[3]，例如海島型國家台灣或東南亞地區。液態除濕空調 (LDAC) 是被認為適用於高溫高濕氣候地區，該系統能有效控制室內濕度。與常用的降溫除濕系統例如冷凝除濕相比，LDAC系統能夠分別獨立控制溫度和濕度，能源利用可從電力到再

生能源或廢熱源^[4]。此外LDAC系統相較冷凝除濕系統更為環保，因為使用的工作流體是液態乾燥劑，可以循環利用，不像冷凝除濕的冷媒有耗盡且破壞臭氧層的問題^[3]。

液態乾燥劑對整體除濕性能有相當大的影響，在過去的幾十年中，有大量研究關於提升乾燥劑再生技術、新的液態乾燥劑開發^[3,5,6]、除濕系統的開發、組件改善、系統操作優化等方式。而本文將注重LDAC系統所使用的傳統液態乾燥劑，近幾年新的液態乾燥劑發展方向，以及本研究室所開發的離子液體跟現有液態乾燥劑的蒸氣壓比較。

2. 液態乾燥劑材料

液態乾燥劑對於LDAC除濕系統非常重要。適合LDAC系統的液態乾燥劑必須具有以下幾個優點，包括低飽和蒸汽壓，高能量密度，低再生溫度，低黏度，高熱傳，不易揮發，無腐蝕性，熱穩定性佳，和低成本^[3,5,7]。近年來，除了常見的鹵化物鹽類，研究人員也致力於開發新型液態乾燥劑材料，包括有機溶劑、化合物液態乾燥劑、離子液體和深共熔溶液。接下來將針對各種液態乾燥劑的特性及優缺點作介紹。

2.1 傳統液態乾燥劑

最廣泛使用的鹵化物鹽類水溶液是氯化鋰 (LiCl)^[8]，歸因於其具有低蒸氣壓、高比熱容量，低黏度等性質，如下表1^[9]所示。該表顯示45 wt %的LiCl在20°C下具有約9 mPa.s的黏度和1.4 kPa蒸氣壓。其他種鹽類乾燥劑例如氯化鈣 (CaCl₂)，其吸濕能力雖然比LiCl低，但優點是成本低^[8]。其它文獻研究常使用的鹽類溶液乾燥劑像是氯化鎂 (MgCl₂)^[10]，甲酸鉀 (KCOOH)

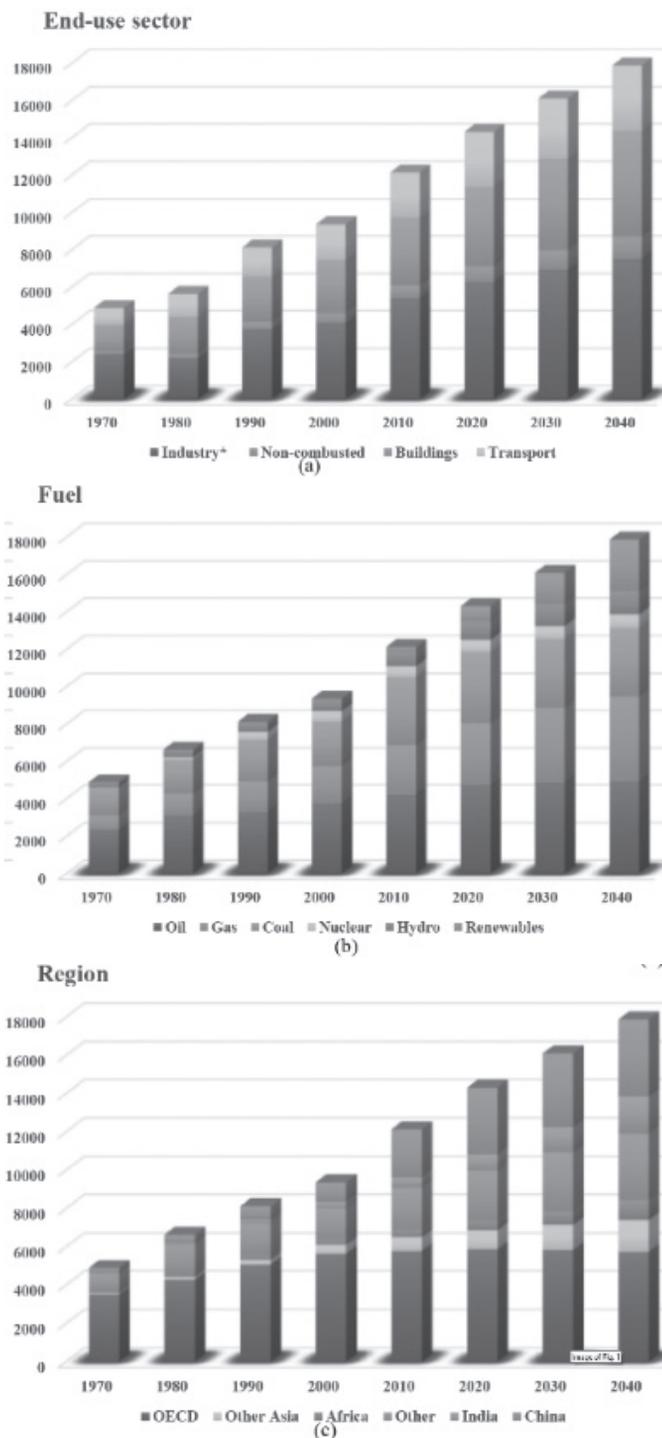


圖1. 全球能源消耗比較圖:
(a)能源使用部門、(b)能源種類、(c)國家

表1. 傳統液態乾燥劑性質

S/n	Desiccant	Vapor pressure (k Pa) at 20°C	Concentration (wt%)	Viscosity (mPa.s)	Tm (°C)	Heat of dilution (kJ/kg)	Specific heat (J/(kg K))
1	TEG	1.54	100	49	-7	—	2150
2	LiCl	1.4	45	9	605	150-300	2700
3	LiBr	2.45	63	18	552	400-410	1750
4	CaCl ₂	2.1	43	22	772	—	2400
5	MgCl ₂	—	35	14.5	714	—	2500
6	KCOOH	1.69	72	20	-58	200-800	2400

[11], 和三甘醇(TEG)^[12]。這些乾燥劑的特性總結於表一。MgCl₂ 的蒸氣壓和CaCl₂ 相近, 但MgCl₂ 容易結晶, TEG為有機溶劑, 有易揮發的特性, 因此皆不適用於液態除濕系統上。甲酸鉀(HCOOK)具有低密度、低結晶點、高溶解度、成本低和腐蝕性小等優點, 被認為是有前景的替代性乾燥劑材料。與傳統的鹵化物鹽類相比。Wen等人^[13]研究了HCOOK的腐蝕性和再生性能。發現當溫度範圍為45°C至65°C時, 64.3~73.3 wt % HCOOK與33~38 wt %的LiCl溶液的飽和蒸氣壓相當。2010年Gasparilla和Longo^[14]對花卉溫室的LDAC系統和傳統空調系統進行了實驗比較。使用三種不同的乾燥劑進行為期三年的研究, 溫室使用LiCl溶液節能9.6%, 使用HCOOK溶液節能11.7%, 溴化鋰溶液則節能15.1%。儘管LiBr溶液表現出最好的性能, 但由於甲酸鉀腐蝕低、價格便宜, 因此被認為是未來有機會替代LiCl或LiBr的乾燥劑。

2.2 離子液體

離子液體乾燥劑(ionic liquid desiccant, ILD), 是由有機陽離子和無機陰離子或有機陰離子組合而成的有機鹽類, 由於其具有低蒸氣壓、高熱穩定性、高溶解度、低腐蝕和不會結晶等優點, 近年來引起了越來越多的關注和研究, 並被認為可能取代傳統乾燥劑^[15]。2012年, Luo等人^[16]選擇了兩種離子液體[Bmim]BF₄和[Dmim]OAc作為太陽能LDAC系統研究的乾燥劑。實驗和模擬結果證明, [Dmim]OAc水溶液可以達到與LiCl和LiBr溶液相似的除濕性能。Sun等人^[17]測試了13種不同的ILD, 並經由量測性質確認[EMIM][OAc]表現出最佳的吸附和脫附能力。圖2^[18]顯示了三種ILD溶液以及傳統液態乾燥劑的飽和蒸氣壓。可以發現, 不同液態乾燥劑在同樣系統操作條件下所需的濃度差

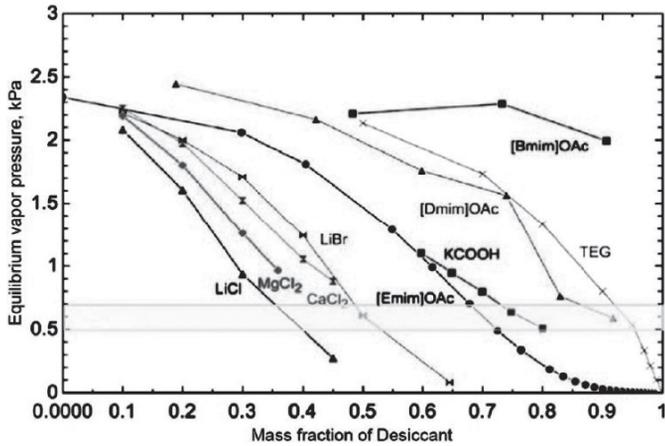


圖2. 20°C下液態乾燥劑不同濃度的飽和蒸氣壓

異很大。為了達到相似的飽和蒸氣壓，[EMIM][OAc]的溶液濃度高於無機鹽但低於KCOOH和TEG，而相對的[EMIM][OAc]在高濃度下具有比LiCl、LiBr低的蒸氣壓。ShoMaekawa等人^[19]開發7種ILD並量測除濕能力和飽和蒸氣壓，其中[Ch][DMPO₄]表現出最好的除濕能力和最低的飽和蒸氣壓，對銅、鋁和不銹鋼的腐蝕性較小。此外[Ch][DMPO₄]不僅無毒，而且性質穩定，在一般環境下儲存一年左右不產生異味。

2.3 深共熔溶劑

現有的離子液體作為LDAC系統中液態乾燥劑，仍然有許多缺點，例如不可生物降解性和毒性^[15]，因此專家仍在尋找具備生物降解性、無毒性等可被當作綠色溶劑的液態乾燥劑。深共熔溶劑(DES)，具有可生物降解、對環境友善的特性，但目前應用於除濕方面的研究相當少。

DESs是一種以特定摩爾比例將氫鍵受體和氫鍵供體的化合物混合反應產生的溶劑，並能夠改變溶劑的物化性質、熱性質。DESs可以衍生自天然有機化合物。其中氯化膽鹼因其低成本、無毒、可生物降解和生物

相容性而受到廣泛研究。

比較DES與傳統的液態乾燥劑，LiCl和氯化膽鹼-乙二醇DES的蒸氣通量(以g/h為單位)分別約為2.46和2.6 g/h^[9]，從結果發現，DES和LiCl的吸濕性在同一個級別。表示DES有取代傳統乾燥劑的潛力。

3. 本研究室開發離子液體

本研究室開發了四支高吸水性的離子液體，並且自行架設蒸氣壓量測系統，30 wt % LiCl的蒸氣壓量測值和文獻值^[18]相當接近，證明自有系統的測量可靠性，下表2是自主開發離子液體和文獻發表過的EMIM(DEPO₄)以及33 wt % LiCl，在不同溫度下的蒸氣壓比較。可以看到本研究室開發的離子液體ITRI-1、ITRI-3在低溫下有接近LiCl以及低於EMIM(DEPO₄)的蒸氣壓，離子液體除了要有高吸水性，對水的吸脫附能力也很重要，從飽和蒸氣壓可以評估出離子液體對水的吸脫附能力，在高溫下的蒸氣壓越大，代表水越容易脫附，高溫和低溫的蒸氣壓值差越大，對水的吸脫附容量也越大，因此評估離子液體應用在除濕系統的效能，應當把這兩項性質都考慮進去，而ITRI-4在低溫高溫的蒸氣壓差值也高於LiCl及EMIM(DEPO₄)。

4. 結論

液態乾燥劑具有好的吸濕性，並能夠應用於LDAC系統，但現有的液態乾燥劑或多或少都有缺點，而未來開發新型液體乾燥劑的方向總結如下。

1. 鹵化物鹽溶液對大多數金屬，包括銅、合金和不銹鋼的腐蝕，限制了鹵化物在LDAC系統的應用。因此有必要開發新的非腐蝕性液態乾燥劑。
2. 雖然有很多研究使用理論模擬來預測液態乾燥劑的性質，然而離實際測量值還是有些差距，尤其在低

表2. 不同溫度下蒸氣壓值及高溫低溫蒸氣壓差值

	蒸氣壓 V _p (kPa)											蒸氣壓差 (kPa)	
	10° C	15° C	20° C	25° C	30° C	35° C	40° C	45° C	50° C	55° C	60° C	V _{p50°} - V _{p15°}	V _{p60°} - V _{p15°}
ITRI-1	0.2	0.5	0.8	1.1	1.5	2.0	2.6	3.4	4.3	5.7	7.2	3.8	6.7
ITRI-2	0.1	0.3	0.6	1.1	1.5	2.0	2.6	3.3	4.2	5.3	6.9	3.9	6.6
ITRI-3	0.5	0.9	1.4	2.0	2.7	3.3	4.2	5.2	6.3	8.1	10.4	5.2	9.5
ITRI-4	0.4	0.7	1.0	1.4	1.8	2.4	3.0	3.8	4.6	6.0	7.6	3.9	6.9
EMIM(DEPO ₄)	0.5	0.9	1.3	1.8	2.2	2.7	3.5	4.3	5.1	6.4	8.3	4.2	7.4
LiCl	0.2	0.4	0.77	0.9	1.2	1.7	2.2	2.9	3.7	4.4	5.4	3.3	5.0

溫和高濃度的情況下，因此在理論模擬方面仍只能當作參考，必須有實際的性質量測數據，例如飽和蒸氣壓。

3. 由於鹵化物或其它無機鹽類已實際應用於LADC系統上，因此有許多系統除濕效能及運作條件被發表出來，然而在離子液體或共熔溶液這種新型液態乾燥劑，目前的研究大部分僅止於液態乾燥劑本身的性質，並沒有實際系統運作效能、穩定性、操作條件等等，這也是新型液態乾燥劑能否取代傳統鹽類水溶液的最大問題，將新型的液態乾燥劑結合LADC系統做全面性的研究，是未來研究的方向。

5. 參考文獻

1. BP energy Outlook, Available at <https://www.bp.com/en/global/corporate/news-and-insights/press-releases/bp-energy-outlook-2019.html> [accessed 16th March 2021].
2. Giampieri A, Ma Z, Smallbone A, Roskilly AP. Thermodynamics and economics of liquid desiccants for heating, ventilation and air-conditioning-An overview. *Appl Energy* 2018;220:455–79.
3. Rafique MM, Gandhidasan P, Bahaidarah HMS. Liquid desiccant materials and dehumidifiers – A review. *Renew Sustain Energy Rev* 2016;56:179–95.
4. Kasaeian A, Babaei S, Jahanpanah M, Sarrafha H, Sulaiman Alsagri A, Ghaffarian S, et al. Solar humidification-dehumidification desalination systems: A critical review. *Energy Convers Manage* 2019;201:112129.
5. Liu X, Qu M, Liu X, Wang L. Membrane-based liquid desiccant air dehumidification: A comprehensive review on materials, components, systems and performances. *Renew Sustain Energy Rev* 2019;110:444–66.
6. Asim N, Amin MH, Alghoul MA, Badieli M, Mohammad M, Gasaymeh SS, et al. Key factors of desiccant-based cooling systems: Materials. *Appl Therm Eng* 2019; 159:113946.
7. Qi R, Dong C, Zhang L-Z. A review of liquid desiccant air dehumidification: From system to material manipulations. *Energy Build* 2020;215:109897.
8. Goetzler W, Guernsey M, Young J, et al. *The Future of Air Conditioning for Buildings*. Burlington, MA: Navigant Consulting; 2016.
9. Oladosu TL, Baheta AT, Oumer AN. Desiccant solutions, membrane technologies, and regeneration techniques in liquid desiccant air conditioning system. *Int J Energy Res*. 2021;45:8420–8447.
10. Yao Y. Enhancement of mass transfer by ultrasound: application to adsorbent regeneration and food drying/dehydration. *Ultrason Sonochem*. 2016;31:512-531.
11. Cuce PM. Thermal performance assessment of a novel liquid desiccant-based evaporative cooling system: an experimental investigation. *Energ Buildings*. 2017;138:88-95.
12. Chen Z, Zhu J, Bai H, et al. Experimental study of a membrane-based dehumidification cooling system. *Appl Therm Eng*. 2017;115:1315-1321.
13. Wen T, Luo Y, Sheng L. Experimental study on the corrosion behavior and regeneration performance of KCOOH aqueous solution. *Sol Energy* 2020;201: 638–48.
14. Longo GA, Gasparella A. Three years experimental comparative analysis of a desiccant based air conditioning system for a flower greenhouse: Assessment of different desiccants. *Appl Therm Eng* 2015;78:584–90.
15. Watanabe H, Komura T, Matsumoto R, Ito K, Nakayama H, Nokami T, et al. Design of ionic liquids as liquid desiccant for an air conditioning system. *Green Energy Environ* 2019;4(2):139–45.
16. Luo Y, Shao S, Qin F, Tian C, Yang H. Investigation on feasibility of ionic liquids used in solar liquid desiccant air conditioning system. *Sol Energy* 2012;86(9): 2718–24.
17. Sun, Xiao-Guang, Ming, et al. Aqueous solution of [EMIM][OAc]: Property formulations for use in air conditioning equipment design. *Applied thermal engineering: Design, processes, equipment, economics*, 2017, 124:271–278.
18. Su W, Lu Z, She X, Zhou J, Wang F, Sun B, Zhang X. Liquid desiccant regeneration for advanced air conditioning: A comprehensive review on desiccant materials, regenerators, systems and improvement technologies. *Applied Energy* 308 (2022) 118394.
19. Maekawa S, Matsumoto R, Ito K, Nokami T, Li J-X, Nakayama H, et al. Design of quaternary ammonium type-ionic liquids as desiccants for an air-conditioning system. *Green Chem Eng* 2020;1(2):109–16.

永磁聯軸器—取代傳統聯軸器 並應用於泵/風機節能減振介紹

✎ 王泓澍 杜信謀 康荏荃
源達機電科技有限公司

1. 前言:

永磁聯軸器是透過氣隙傳遞扭矩的革命性傳動設備，馬達與負載設備轉軸之間無需機械連結，馬達旋轉帶動導體盤部件，並與永磁盤部件間產生切割磁力線，使導體盤與永磁盤產生相對運動，實現馬達與負載之間的非接觸式扭矩傳輸。其中，轉動設備的振動大小對於軸承與密封圈的壽命影響很大，而永磁聯軸器為非接觸式傳動，因此可以達到隔離振動、允許對心偏差較大，且有效減少維修保養成本等優勢。如當負載水泵或風機流量/揚程有裕度，則可改變盤組氣隙大小來達到節能，故永磁聯軸器也被客戶喻為機械式變頻器。永磁聯軸器為機械原理不需動力電，因此配置於中高壓電源的泵/風機組更具優勢。

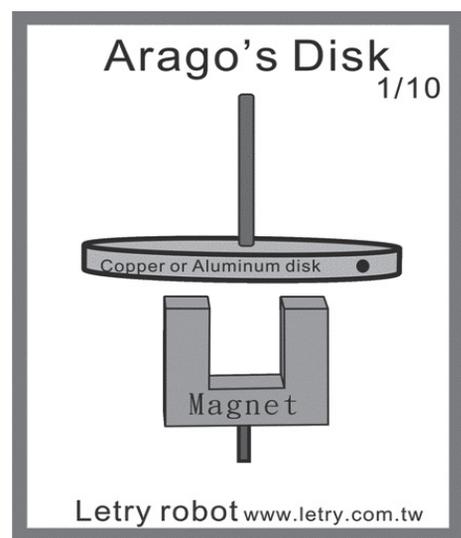


圖1 阿拉哥圓盤

2. 原理

2.1 設計原理

1824年，法國物理學家阿拉哥(Arago)，發現當銅盤旋轉時，吊在上面的磁鐵也會跟著轉起來。於是把阿拉哥圓盤專利技術商品化為永磁聯軸器，把銅盤(或鋁盤)與法蘭鎖付在馬達軸，磁盤與法蘭鎖付在負載軸(水泵或風機)，當馬達旋轉時銅盤和馬達同轉速並與負載非接觸連結的磁盤形成相對運動而帶動水泵或風機。

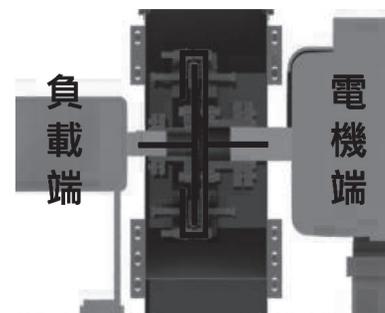


圖2 安裝示意圖

備註:

1. 銅盤組(藍色)和磁盤組(紅色)的兩者距離我們稱為氣隙
2. 馬達和負載的轉速差我們稱為滑差

2.2 節能原理

馬達的輸出功率為 $P = T * \omega$

(T: 扭矩; ω : 角速度)

假設馬達額定轉速為1800RPM，馬達不論負載大小為何都會轉到額定轉速，但出力扭矩是根據負載輕大小決定，如負載越大則出力扭矩越大，功率也越大。永磁聯軸器是透過氣隙(非接觸式)大小來改變磁能積強弱而改變馬達出力扭矩的大小。

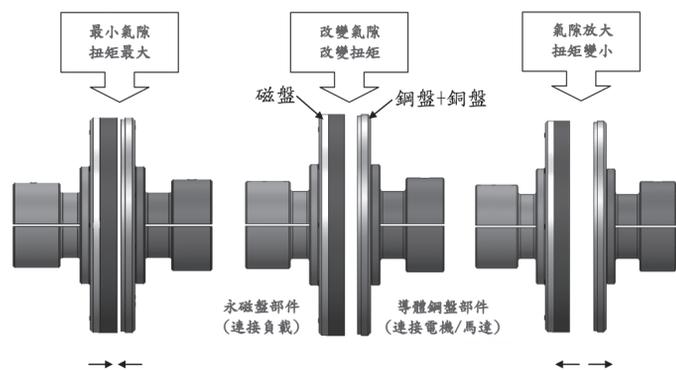


圖3:氣隙和扭矩大小示意圖

當氣隙小，磁力圈很密集磁能積很強則滑差很小，此時馬達出力扭矩大因此節能小;相反的，當氣隙大時滑差大，馬達出力扭矩小因此節能大。我們可依照水泵/風機的出口流量和壓力來配置適合的氣隙大小來達到節能。

3. 永磁聯軸器種類

永磁聯軸器依照設計需求分為兩大類,停機調整氣隙型的永磁聯軸器 (PMC-F)和線上調整氣隙型的永磁聯軸器 (PMC-A 永磁調速器)。



圖4 永磁聯軸器種類

PMC-F 結構簡單不需要任何電源，可以直接把傳統聯軸器更換為 PMC-F，不需要改造機組底座，但需要停機調整氣隙，一般用於固定工況去節省設計裕度的能耗。

PMC-A 由於需要線上調整氣隙，因此配置馬達閥且安裝時需要把馬達進行基座後移改造工程，完成安裝後無需停機即可直接線上遠端調整氣隙，用於變載工況可以配合控制器進行開迴路或者閉迴路控制。

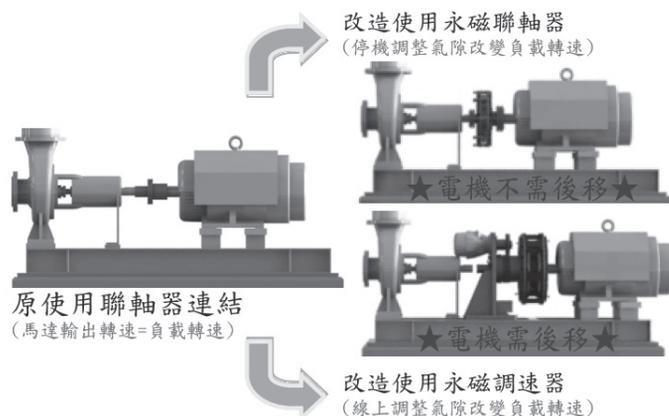


圖5 安裝示意圖

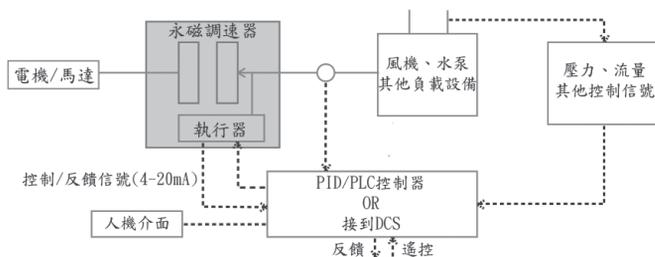


圖6 永磁調速器的控制圖

4. 永磁聯軸器優勢

- ◎ 節能效果顯著，透過調整氣隙改變轉速，節能率可達到10%~40%
- ◎ 帶有緩衝啟動功能，減少電機的衝擊電流，延長設



圖7 空冷PMC-F(左上)、空冷PMC-D(左下)、空冷PMC-D(右上)、液冷PMC-D(右下)

備使用壽命

- ◎容忍較大的安裝偏心誤差
- ◎結構簡單，適應各種惡劣環境
- ◎無剛性聯結減振效果好
- ◎非電子零件與產品，使用壽命長
- ◎安裝方便用於現有系統改造或使用在新建系統上：
- ◎最低總成本
- ◎無諧波和無電磁干擾(不傷害電機，不影響電網安全)
- ◎老舊電機不需要更換可變頻電機

5. 永磁聯軸器應用

5.1 適合場域

適用離心泵、離心風機設備及各種變轉矩和恆轉矩設備，理想應用設備：

- ◎離心泵、風機、中高壓電機系統
- ◎節能需求、可靠度要求高
- ◎環境對諧波或電磁波要求高
- ◎調速、控制需求
- ◎環境惡劣（粉塵、振動）
- ◎週期性的負載堵轉、詠沖型負載
- ◎熱漲冷縮、對心不易

5.2 適合工況

永磁聯軸器PMC-F:

- # 目前定速型液力耦合器的用戶（節能）
- # 水泵或風機的閥門 / 風門維持固定開度的用戶（節能）
- # 閥門 / 檔板需要常調整，但原泵組設備過大或製程需求變小，可利用聯軸器的無段變速將泵組功率降低，再搭配原閥門 / 檔板來微調（節能）
- # 只需隨季節變更負荷的設備（節能）
- # 一年只需變換傳速數次且容許停機的設備（節能）
- # 不易對心導致振動難解的問題 / 剛性聯軸器常損壞（可靠）

永磁調速器PMC-A:

- # 目前使用調速型液力耦合器或變頻器（節能）
- # 水泵或風機需節能且負載需求隨時在改變者（節

能）

閥門 / 檔板需要常調整（節能）

5.3 適合產業別

- 【火力發電】
- 【石油化工】
- 【礦山】
- 【冶金】
- 【市政工程】
- 【汗水處理】
- 【水泥製造】
- 【製紙】
- 【製藥】

6. 永磁聯軸器、變頻器和液力耦合器比較

永磁調速器產品與其他調速產品比較表				
項目	設備	永磁調速器(PMC-A)	變頻器(VFD)	液力耦合器(FC)
工作原理		無機械連接 氣隙傳遞扭矩	電子變頻器(VVVF)	改變葉輪間液體容積
流量壓力調節		可以	可以	可以
轉速調節		可以	可以	可以
自動控制		可以	可以	可以
節能		(1-轉速比平方)*效率	(1-轉速比立方)*效率	(1-轉速比平方)*效率
		永磁調速效率達97%★	變壓器效率*變頻器效率約95%	液偶機械效率約85%
過載保護		滑差保護	過電流保護(跳開)	堵轉洩壓
輸入電壓敏感		否★	是	否
氣候敏感		否★	是	否
環境適應		好★	最差	一般
系統減震		好★	差	一般
增加軸承/油封壽命		是★	否	是
軟啟動		空載啟動	低頻啟動	空載啟動
能頻繁啟停		是	否	是
響應速度		介於VFD&FC	快	慢
調節精度		介於VFD&FC	高	低
輸入功率因素		同電機	低於電機	同電機
電力諧波/電磁波		無★	有	無
設備使用壽命		>20年	5-10年	5-10年
安裝難度		容易	難	較難
對中要求		容忍對中誤差★	需精密對中	須對中
佔用空間		小	最大	大
設備改造		安裝在電機與泵之間	需獨立室內空調空間 應更換較高規格等級電機	安裝在電機與泵之間
防護措施		不需要★	防雷、空調、防塵	防漏、防燃
故障查找難度		容易	最難	難
故障點數量		最少	最多	多
維護時間		短	很長	較長
軸承油封更換頻率		極低	高	高

7. 永磁聯軸器實績案例

7.1 冷卻水泵應用

本案例為化纖廠3台冷卻水泵安裝PMC-F，在確保滿足生產所需流量以及壓力的條件下調整盤組氣隙至7.2mm，達到平均節能約15%，和設備振動值顯著下降效果。

改善前設備機況	改善後設備機況		系統差異	備註
	一般聯軸器	永磁聯軸器 氣隙6.2~7.2		
馬達轉速1785RPM	馬達與水泵產生轉速差 (各台轉速如下)		— 不變	將現有公用冷卻水泵安裝永磁傳動器進行調速運轉，將原本滿載運轉狀態，配合春、夏、秋、冬四季負載狀況，再參考製程設備運轉係數，作為氣隙調整之依據。
水泵轉速1785RPM	平均入口壓2.4kg			
平均入口壓2.4kg	平均出口壓4.46kg			
平均出口壓4.46kg	平均出口壓4.3kg			
平均入口壓	2.4kg	2.4kg	—	馬達轉速1787.3RPM
平均出口壓	4.59kg	4.42kg	↓ 0.17kg	水泵轉速1608.2RPM
電流	117A	100.8A	↓ 16.2A	轉速差：179.1
振動值	V H A	V H A	V H A	↓ 水泵及馬達振動值明顯下降
馬達	2.4 2.3 1.8	1.6 2.2 0.8	0.8 0.1 1.0	
水泵	2.4 2 2.5	1.2 1.7 0.9	1.2 0.3 1.6	
平均入口壓	2.4kg	2.4kg	—	馬達轉速1787.3RPM
平均出口壓	4.4kg	4.2kg	↓ 0.2kg	水泵轉速1608.5RPM
電流	112.4A	96.9A	↓ 15.5A	轉速差：178.8
振動值	V H A	V H A	V H A	↓ 水泵及馬達振動值明顯下降
馬達	2.6 2 2 0.8	1.1 0.6 1.8	0.9 1.4	
水泵	2.6 2.2 2.1	0.9 1.5 0.7	1.7 0.7 1.4	
平均入口壓	2.4kg	2.4kg	—	馬達轉速1787.6RPM
平均出口壓	4.4kg	4.2kg	↓ 0.2kg	水泵轉速1598.4RPM
電流	114.2A	94.5A	↓ 19.7A	轉速差：189.2
振動值	V H A	V H A	V H A	↓ 水泵及馬達振動值明顯下降
馬達	2.4 2 2.1	0.9 1.1 0.6	1.5 0.9 1.5	
水泵	2.5 2.2 2.9	1.2 2.2 0.9	1.3 0.0 2.0	

圖8 化纖廠冷卻水泵應用

7.2 熱媒油泵應用

本案場原熱媒泵設備每年需3次振動檢修來避免洩漏而造成工安意外，經改裝PMC-F後，除節能外又減少泵組振動值、減少對心不准問題、降低維護成本及

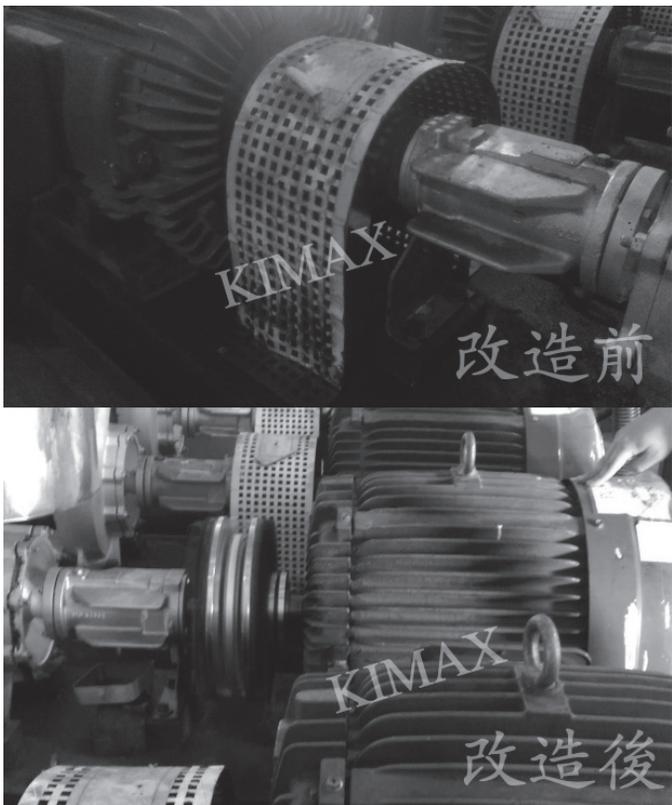


圖9 熱媒油泵應用

延長設備壽命。

額定轉速(RPM)	降速後轉速(RPM)	降速(%)	每年節電量(度)
3560	3180	10.7%	48209
額定流(風)量(m3/h)	降速後流(風)量(m3/h)	節能(A)	單價電費(NT/kW-Hr)
260		10.9	2.6
額定壓力(m)	熱媒鍋爐壓力差(kg)	節能率(%)	年節省電費 USD
60	2.2	13.6%	4,200
未降速前電流(A)	降速後電流(A)	年運行時數(hr)	年節省碳排放(噸)
80.4	69.5	8400	30757

	最少	最高	平均
節能效益	11.5%	15.6%	13.6%
振動減緩	12.2%	71.6%	42%

7.3 高壓注水泵

油田注水泵 * 300套實際案例：

- 馬達規格90kw x0.38KV x2P
- 節能率:(15%)
- 年節電費：NT 23.5萬/年

	電流 (A)	負載轉速 (RPM)	年使用時間 (hr)	改造前總電量(10K度)
改造前	134.7	2980	8200	61.8
改造後	114	2646	8200	52.3

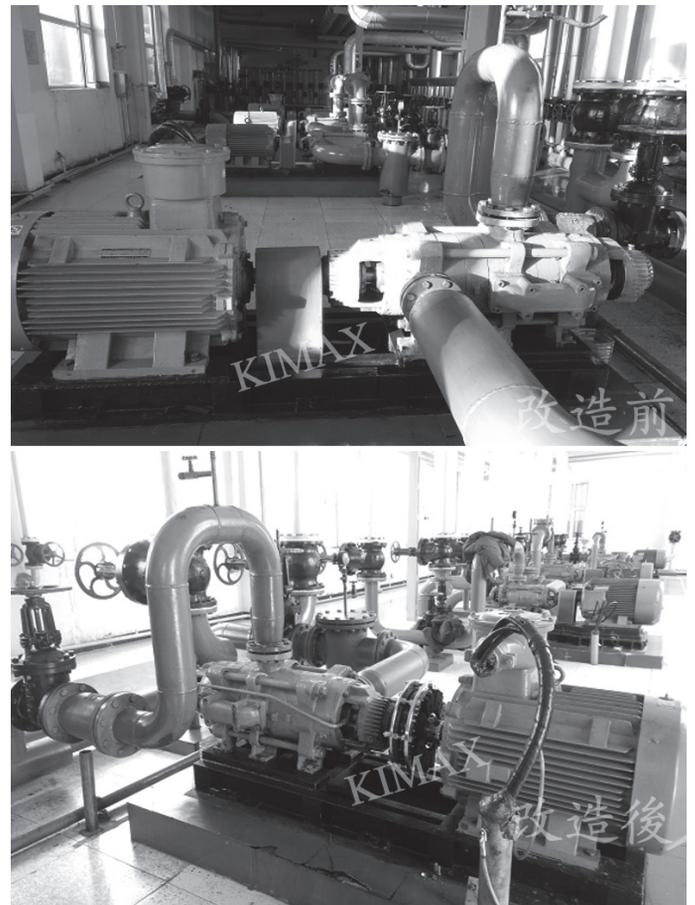


圖10 油田注水泵應用

7.4 冷卻水塔風機調速應用

通過新增PMC-A來調整冷卻水塔風扇轉速，並根據需求溫度自動進行細細調節來達到節能效果。

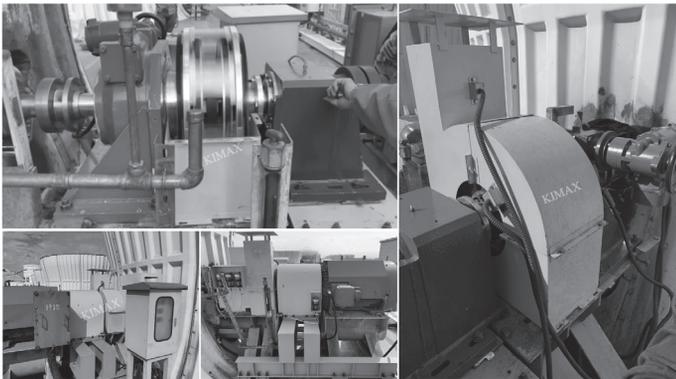


圖10 冷卻水塔風機調速應用

7.5 其他調速器應用案例

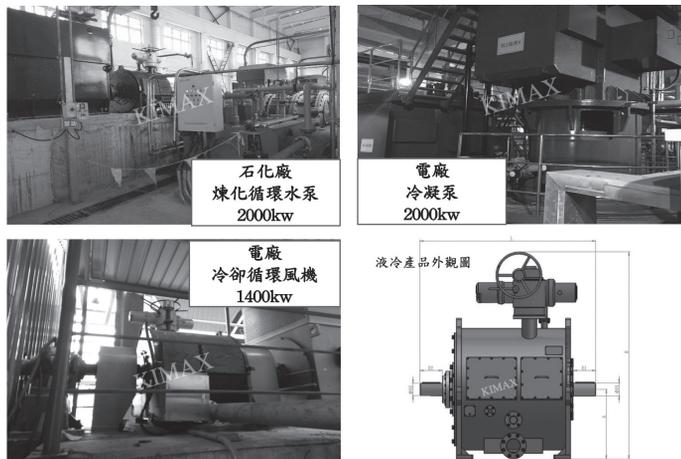


圖11-1 其他調速器應用案例



圖11-2 其他調速器應用案例

8. 結論

永磁聯軸器(PMC-F)作為機械式變頻器，特別針對中高壓設備應用更具優勢，且純機械式設計能適應更嚴苛的環境。在節能的訴求上，具備非接觸式傳動特性的永磁聯軸器能帶來電子式變頻器不具備的隔離震動效果，增加設備軸承與軸封壽命。

永磁聯軸器作為轉動設備節能的新選項，提供了當前相似設備不具備的特性與優勢，但也非否決現行常見的節能手段，而是各取所長，不同工況適應不同的產品。

臺灣源達公司(KIMAX Controls Inc.)專業生產與經營永磁傳動器(聯軸器和調速器，節能&隔振)、冷卻水塔用水輪機(驅動或發電)、高效節能泵(3D葉輪)、磁浮冰水機、磁空壓機、氣浮鼓風機、高效率燦光照明(DLS類鑽發光)、流量計、電動執行器、氣動執行器、液動執行器、電磁閥、各類閥門、成套閥門及其流體設備相關配件。具備多年的專業經驗和多樣的產品滿足客戶的需求。長期與全球許多個國家和地區建立了密切的合作關係，產品行銷世界各地，尤其是許多歐美國際知名品牌的代工廠商。

歡迎業界、廠商 刊登廣告

廣告圖檔請提供ai、或pdf(須做出血及轉外框、包圖)或300~350dpi之tif檔(或轉可印前用之PDF/1a:2001，或直接將稿面設定出血尺寸216×303mm)

封面裡：全版 210×297mm
20,000元/則(彩色未稅)

封底裡：全版 210×297mm
15,000元/則(彩色未稅)

封底：寬210×高240mm
15,000元/則(彩色未稅)

復盛空壓機

空壓系統節能專家



高效能空氣壓縮機

安心保固 全機 5年

復盛股份有限公司
FUSHENG INDUSTRIAL CO., LTD



綠色製造 永續經營

總公司：台北市南京東路二段172號
TEL:(02)2507-2211 FAX:(02)2504-7870

北區營業所：新北市三重區光復路二段60號
TEL:(02)2995-1411 FAX:(02)2995-7925

南區營業所：高雄市三民區康平街57號
TEL:(07)311-5951~2 FAX:(07)311-5953

三重廠：新北市三重區光復路二段60號
TEL:(02)2995-1411 FAX:(02)2995-7925

中區營業所：台中市台中工業區工業22路49號
TEL:(04)2359-5617 FAX:(04)2359-2296

Web Site : www.fusheng.com
Email : sales.tw@fusheng.com





昭志 固黏氈

鋼板屋頂の守護神  固黏氈 搜尋 




固黏氈

鋼板屋頂の守護神

- 防水
- 隔熱
- 隔音
- 防銹

保固十年・無效免費



國內
郵資已付

板橋郵局許可證
板橋字第816號
中華郵政板橋誌字第74號
報照登記為雜誌交寄
無法投遞時請免退回

雜誌