

出國報告（出國類別：開會）

APEC 促進製造業部門能源效率研討會 會議報告

(APEC Workshop on Promoting Energy Efficiency in the
Manufacturing Sector)

服務機關：經濟部能源署

姓名職稱：王一勳專員

派赴國家/地區：越南河內

出國期間：114年6月18日至6月21日

報告日期：114年9月

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：APEC促進製造業部門能源效率研討會會議報告

頁數21含附件：■是□否

出國計畫主辦機關 / 聯絡人 / 電話

經濟部能源署王一勳 / (02) 2772-1370

出國人員姓名 / 服務機關 / 單位 / 職稱 / 電話

王一勳 / 經濟部能源署 / 節能發展與管理組 / 專員 / (02) 2772-1370

出國類別：開會

出國期間：114年6月19日至6月20日

報告期間：114年9月

出國地區：越南河內 (Ha Noi, Viet Nam)

分類號/關鍵詞：亞太經濟合作 (APEC)

內容摘要：

本次研討會聚焦於製造業能源效率的創新技術與策略、科技發展、經濟與財政措施，以及性別議題的融入。我國、美國、泰國、印尼、中國大陸與越南等講者分別分享各自推動能源效率的進程與挑戰，我方亦介紹我國的經驗與作法。

我國報告指出，工業部門(含能源部門)能源消耗約占全台總能耗三分之一，其中契約容量超過 800kW 大用戶雖僅占 19%，卻消耗 92%工業用電，顯示節能潛力高度集中。為此，政府建立大用戶能源審核制度，並鼓勵大用戶汰換高耗能設備，中小企業最高可獲 30% 補助。同時，工研院研發的 Power Tab 非接觸式感測器與 iAuto 能源管理系統，透過 AI 與大數據分析，展現 10 - 30%的節能率與生產效益提升。

美國再生能源發展迅速，加州案例證明公共與私人協力能兼顧減碳與經濟效益；中國大陸以能耗與能源強度雙目標推進，並透過廣東碳交易試點探索低碳轉型；泰國的 ENCON 基金以專款專用支持節能，並將性別平等納入能源專案；越南水泥業積極導入廢熱回收與替代燃料，兼顧成本與減碳；印尼則逐步建立誘因、罰則與數據分析機制。

整體而言，與會經濟體皆面臨高投資成本、融資不易與政策執行不一等挑戰，但也展現多元創新的推動方式。對我國而言，未來可持續強化政策穩定性、金融工具、國際合作與數位化應用，以鞏固製造業能源效率的成效並深化國際連結。

目次

壹、目的	4
貳、過程	5
參、心得及建議.....	16
附件、會議議程.....	18

壹、目的

一、本次會議召開之背景

越南近期積極推動能源轉型，在推動上不僅需要科技及技術的導入，也亟需公私合力優化能源結構與提升能源效率，期望透過國際交流瞭解各經濟體推動之經驗及歷程。本次研討會議，期望透過分享與交流，深入探討製造業部門能源效率的機會、挑戰與有效可行策略。

二、目標

本次研討會主要探討促進製造業部門能源效率的機會、挑戰困難及可行之有效技術、措施與策略。由美國、我國、泰國、印尼、中國大陸及越南等講者分別分享各經濟體在面對能源效率時所面臨的困難，以及如何促進能源效率所實行的技術與策略。

會議將透過參與者的分享與分組討論，集思廣益，期盼藉由各經濟體於研討會上所呈現的成果與技術，為各國在有效提升製造業能源效率方面，提供更深入的理解與可行的促進措施。



圖一、會議開幕式

貳、過程

一、 會議時間：114年6月19日（星期四）至6月20日（星期五）

二、 會議地點：越南河內（Ha Noi, Viet Nam）

三、 與會人員：

1. APEC 經濟體中參與製造業能源部門相關的政府官員和政策制定者。
2. 製造業技術或能源部門諮詢的國際私部門專家。
3. 技術和能源效率研究方面有經驗的國際學術界專家。

四、 主辦單位：越南工業及貿易部（Ministry of Industry and Trade, Viet Nam）

五、 會議議程

（一）6月19日

1. 議題一：製造業能源需求概覽
2. 議題二：促進能源效率機會
3. 議題三：推動能源效率的阻礙
4. 議題四：促進創新以提升能源效率

（二）6月20日

1. 議題五：APEC 成員經濟體案例分享
2. 議題六：分組討論（分組分享對於研討會之收穫、建議與交流）
3. 議題七：分組報告及討論（小組領導人報告分組討論成果及討論）

六、 會議內容摘要

（一）、議題一：製造業能源需求概覽

美國工業能源效率的做法——並附加加州的相關評論

(US Approach to Industrial Energy Efficiency - With Additional Comments on California)

報告者：*Mr Terry Surles, Consultant, Hawaii Natural Energy Institute, United States.*

本報告由 Terry Surles 發表，探討美國推動工業能源效率的現況與挑戰，並以加州為例進行補充說明。報告先回顧美國能源政策歷史變遷，從卡特時

代的能源公司到布希政府頒布1992年能源政策法，至近期巴黎協定的參與與退出，報告指出美國能源政策受政治波動的影響極大。2025年第一季度新增發電容量中99%來自可再生能源，太陽能與風能與天然氣發電的成本已具競爭力，電力儲能系統也快速增長。然而，由於 AI 迅速發展，電力需求仍呈上升趨勢，雖然 AI 也被應用於提高工業運營效率。

報告中強調能源效率對於減少污染、提升經濟效益及國家安全的重要性。美國能源部(DOE)特別重視工業部門的脫碳，例如鋼鐵、化工與水泥產業，並透過資助專案促進新技術開發，如甲烷熱解製鋼、蒸汽產生脫碳化與廢水處理能源中和。加州能源委員會(CEC)也積極與聯邦和私部門合作，提供超過20億美元的能源效率資金，並支持玻璃製造、食品加工與咖啡烘焙等行業發展低碳技術。

加州的案例如 Gallo Glass Company 成功透過清潔熔爐技術實現溫室氣體減排80%，並帶動就業增長。另一案例 Amy's kitchen 使用低全球暖化潛能值的冷媒系統替換傳統設備，每年減少近2,900噸溫室氣體排放。這些案例凸顯公共與私人合作推動能源效率與低碳技術的可行性與必要性。

報告最後指出美國能源政策仍不一致，聯邦政府對於節能標準(Energy Star)的支持會隨政黨更迭而變化，報告者建議與呼籲採取整合系統策略，強調需學習企業實務經驗，避免提出不可行方案，並同時建立標準化與知識共享機制。

(二)、議題二：促進能源效率的機會

1. 在我國製造業中推動能源效率之機會

(Opportunities in Promoting Energy Efficiency in the Manufacturing Sector in Chinese Taipei)

報告者：*Dr Pan Tze-Chin, Deputy Division Director, Industrial Technology Research Institute, Chinese Taipei.*

本報告由台灣工研院綠能所潘子欽副組長發表，介紹台灣工業部門能源效率的現況與未來機會。台灣 GDP 持續成長，帶動電力需求增加，工業部門在 GDP 與能源消耗中的占比顯著上升。報告指出約3,500家工業大用戶(契約容量超過800kW)雖僅占高壓用戶的19%，卻消耗高達92%的工業用電，顯示節能潛力集中於這些企業。

工業用電結構中，製程用電占比最高，其中冰水系統與壓縮空氣系統節能潛力最大，因為其節能技術成熟並已經廣泛驗證。台灣已針對大用戶的能源審核與年度節能目標制度。若未達年度平均1% -1.5%節電率，企業將面臨罰則。此外，六大高耗能產業被要求進行能耗管控，並可申請補助以推動設備汰換與節能改造，其中中小企業補助比率最高可達30%。

報告總結指出，工業部門(含能源部門)的能源消耗約占全台總能耗的三分之一，提升能源效率對於減少整體能源需求與溫室氣體排放至關重要。未來重點將放在推動高耗能系統(如冰水與壓縮空氣)的優化管理與節能技術導入，並透過政策激勵與審核制度提升企業節能意識與投資意願。



圖二、主講者:工研院綠能所副組長潘子欽

2. 水泥產業的能源效率潛力

(Energy Efficiency Potentials in the Cement Sector)

報告者：Mr Vu Quang Dang, Independent Energy Consultant, Viet Nam

本報告由越南能源專家 Vu Quang Dang 發表，聚焦於水泥產業能源效率潛力。報告指出越南已在2020年頒布《建材發展規劃》，以規範能源消耗與替代燃料(AF)使用，並要求2025年前，產能超過2,500 噸熟料/日的水泥廠，需安裝廢熱回收(WHR)系統。

由於2024-2025年電價上漲9.6%，增加生產成本，使得廢熱發電系統的投

資回收更加具有吸引力。案例分析顯示，松藍二廠透過安裝 WHR 系統，每年可回收電量達1.04億 kWh，占全廠總用電量的40%，配合變頻器(VSD)與 LED 照明等措施，可大幅降低能耗。

替代燃料(RDF)有巨大潛力，2023年越南生活垃圾潛在量達1.09億噸，而目前使用率僅約4.5%。未來若替代燃料取代率可提升至15%，不僅能降低煤炭依賴與成本，還能透過碳市場交易獲得額外收益。

報告總結指出，結合廢熱回收與替代燃料策略，能顯著降低越南水泥業碳排放，特別是在歐盟 CBAM(碳邊境調整機制)實施後，使越南具備出口低碳水泥至國際市場的優勢。

(三)、議題三：推動能源效率的障礙

1.妨礙製造業提升能源效率的非技術障礙

(Non-technical Obstacles Affecting Energy Efficiency Improvement in Manufacturing)

報告者：*Dr Cao Dongyuan, Professor, University of Science and Technology Beijing, China*

北京科技大學曹東元教授發表，深入分析影響製造業能源效率提升的非技術性障礙。報告強調能源效率是一個系統工程，受制於產業結構、投資佈局、能源組合、技術創新及政策框架等因素。障礙可分為五大類：經濟、管理、政策、供應鏈與國際環境。

經濟面包括高額初期投資與長期回收期、中小企業難以獲得低利綠色融資，以及能源價格波動削弱企業節能動機。管理面則包含決策層偏重短期利益、對節能潛力及政策激勵認識不足。政策障礙如標準執行不力、政策缺乏連續性及地方保護主義。市場與供應鏈方面，因市場偏好低價產品及供應鏈鎖定效應，企業缺乏改善動力。此外，國際競爭與地緣政治風險、全球標準不一致，也加大企業出口成本。

報告建議，大企業應透過數位化與 AI 預測性維護提升能源效率；中小企業則可採用低成本技術解決方案，如高效照明與隔熱材料，並推動能源績效合同（EMC）及綠色債券等金融工具。政策上需加強碳市場及補助機制，並促進國際技術合作與標準協調。

2. 製造業能源效率推動之障礙：來自 APEC 與非 APEC 的觀點

(Obstacles in Promoting Energy Efficiency in Manufacturing Sector: APEC & Non-APEC Perspectives)

報告者：*Ms Jenjira Gulpanich, Engineer, Professional Level, Department of Alternative Energy Development and Efficiency, Thailand*

泰國能源局工程師 Jenjira Gulpanich 針對 APEC 與非 APEC 經濟體在推動製造業能源效率上面臨的共通與差異性障礙進行探討，並特別納入性別視角。

報告指出，能源效率不僅能降低運營成本、減排並提升競爭力，還能帶來社會與健康效益。然而主要障礙包括高額初始投資、回收期長、中小企業融資不易、能源價格補貼削弱節能動機等。政策障礙包含標準執行不嚴、政策不明確與程序繁複。組織與文化上的阻力為高層對節能缺乏戰略視野與員工抗拒改變。

在技術與市場層面，發展中國家常缺乏適用技術與基礎設施。APEC 經濟體雖擁有較完整的基礎設施，但仍面臨供應鏈協調及化石燃料依賴等挑戰。非 APEC 經濟體則更多受到貧困、能源可及性不足與政治不穩定影響。

報告特別強調性別平等的切入點，如提供女性主導能源專案的專屬培訓與資金支持，並將性別納入政策主流化。策略包括公私協作、技術轉移、宣導教育、綠色債券與 ESCO 模式，以多元方式克服障礙。

3. 越南工業部門能源效率研究

(Energy Efficiency in Industrial Sector in Vietnam)

報告者：*Dr Nguyen Ngoc Hung, Director, Energy Economics Department, Institute of Energy, Viet Nam*

越南能源研究院阮玉雄博士報告了越南工業部門能源使用與節能措施的現況。越南共有2810家指定高能耗用戶，燃料總消耗量達3059萬噸油當量，占終端能源需求的40%。

研究基於149份能源審核報告，提出1,043項節能措施，預計可節省49,821 KTOE（約占總能耗 8.8%）。其中，廢熱回收、節能馬達及高效鍋爐等技術的成本效益比（B/C）介於2.76至13.18之間，回收期1.89至4.74年，其中鍋爐廢熱回收的投資回報最快。

實施障礙包括高初期成本、融資管道不足、政策執行力薄弱、能源審核與專業人才缺乏，以及能源價格過低削弱投資動力。問卷結果顯示，受訪者

認為需加強獎勵措施（90.5% 同意）、貸款可及性（81%）、能源管理能力（85.7%）與 ESCO 市場建設（66.7%）。

政策建議包括設立綠色融資、公共採購激勵、培訓能源經理、提升資訊透明度與建立標竿制度，以擴大節能技術的推廣與應用。

(四)、議題四：促進創新以提升能源效率

1. 強化創新以促進中華台北的能源效率

(Enhancing Innovation to Promote Energy Efficiency in Chinese Taipei)

報告者：*Dr Pan Tze-Chin, Deputy Division Director, Industrial Technology Research Institute, Chinese Taipei*

潘子欽副組長再次發表報告，重點介紹工研院（ITRI）在創新技術上對提升製造業能源效率的努力。首先介紹工研院綠能所的研發領域，包括可再生能源、能源管理與清潔技術。潘博士特別介紹 Power Tab 非接觸式電力感測器，該裝置可避免傳統電表安裝時需要停工與高昂成本的問題，並能即時監控用電與異常狀況，提升能效投資回報率（ROI）達 70%。

工研院自主開發的 iAuto 能源管理系統（EMS）利用 AI 與大數據分析對冰水系統、壓縮空氣系統、廢水處理與紡織乾燥製程進行智慧控制，節能率可達10%-30%。案例顯示，兩家染整廠導入此系統後，年產值提升逾新台幣1億元。

報告指出，創新感測與 AI 控制技術不僅能優化能源使用，也能透過數據提高生產穩定性與品質，成為製造業邁向淨零碳排的重要策略。

2. 能源領域之創新作法與區域經驗分享

(Innovative Approaches and Regional Experiences in Energy Efficiency Promotion)

報告者：*Mr Arthit Vechakij, Vice Chairman, Renewable Energy Industry Club - Energy Efficiency and Grid Modernization, The Federation of Thai Industries, Thailand*

本報告由泰國專家 Mr. Arthit Vechakij 發表，主要分享 APEC 區域在推動製造業能源效率上的創新策略與成功案例。報告指出，製造業能源消耗在多數經濟體中仍占相當比重，能源效率提升不僅能降低能源成本，也有助於達成區域減碳目標。

報告聚焦於亞太地區合作計畫，特別是跨國經驗分享與技術轉移的重要性。他強調 ESCO 模式和公私合作夥伴關係在推動節能專案中的優勢，並引用多個區域案例，說明透過稅務優惠、低息貸款與綠色融資工具，如何加速高耗能產業的節能改造。

在技術層面，報告介紹智慧能源管理系統（EMS）、高效馬達與廢熱回收系統的應用，並指出數位化（Digitalization）與物聯網（IoT）能為能源監測及控制提供即時數據，以提升工廠能源透明度與最佳化運作。

最後，Mr. Arthit 呼籲 APEC 成員經濟體應強化政策協調、制定明確能源效率標準、推動培訓計畫與能力建設，並利用區域合作平台共享經驗，以確保能源效率措施能持續帶來經濟與環境的雙贏效益。

3.越南工業部門能源效率之創新融資途徑

(Innovative Financing Approach for EE in Industrial Sector in Vietnam)

報告者：*Mr Vu Quang Dang, Independent Energy Consultant, Viet Nam*

Vu Quang Dang

再次針對越南工業部門提出創新融資模式以推動能源效率專案。報告指出，能源效率專案能減少浪費、降低污染並提升競爭力，但現行融資機制不足以支持大規模投資。

他建議整合 ESCO 模式與電費收費系統，將節能收益納入電費回收，以降低初期投資壓力。對於國有企業需調整財務管理機制，允許能源效率資產轉移給客戶，並建立爭端解決機制以確保投資安全。

報告呼籲制定清晰的法律框架，將 ESCO 活動及成本扣除納入法規，並透過專業能源管理認證提升市場信任度。此外，應提供稅務減免、設立能源效率基金，並成立獨立的 ESCO 協會，促進業界合作與標準化。

(五)、議題五：APEC 成員經濟體案例分享

1.廣東省能源效率與碳管理之推動

(Promoting Energy Efficiency and Carbon Management in Guangdong Province)

報告者：*Dr Wang Peng, Vice Director, Guangzhou Institute of Energy Conversion, Chinese Academy of Sciences, China*

本報告由中國科學院廣州能源研究所汪鵬教授發表，介紹廣東省在推進節能與碳管理上的策略與成果。

廣東省作為中國經濟大省，面臨碳高峰與碳中和的壓力。報告指出，廣東能源結構以外來能源為主，自給率低，工業與服務業用能需求仍在增長。廣東省於2020年非化石能源消費比重已達29%，高於全國平均值，並成為中國7個碳交易試點之一。

報告詳述《廣東碳達峰實施方案》採用“1+1+N”策略，分階段於2030年達高峰、2060年實現碳中和。主要措施包括優化產業結構、推進綠色能源轉型、促進工業、建築、交通與農業部門節能減碳，以及發展循環經濟與低碳技術創新。

廣東亦開發數位能源與碳管理平台，可整合 ERP、IoT 等多源數據，支持產品碳足跡管理與生成歐盟 CBAM 報告，協助企業減碳並應對國際貿易碳關稅。

2. 案例分析：史丹佛大學的區域供熱與製冷系統(Case Study - District Heating and Cooling at Stanford University)

報告者：*Dr Terrence Surles, Consultant, Hawaii Natural Energy Institute, the United States*

本報告由 Dr. Terry Surles 發表，介紹史丹佛大學在校園能源系統轉型中的經驗與成效。史丹佛於 1972 年建置首座冷凍水廠，2011年批准 Stanford Energy System Innovations (SESI) 計畫，並於2015年建成中央能源設施 (CEF)，為校內3萬人口提供36MW 的負載。透過熱能儲存和靈活調度，史丹佛參與加州電力市場的需求響應計畫 (Demand Response)，並與 PG&E 的容量競標計畫 (CBP) 合作。該計畫允許史丹佛每月競標5MW 的可調度容量，並由自主開發的線性/二次規劃軟體優化運行策略，可節省每年75萬美元的營運成本，及60萬美元的容量補償。

可再生能源方面，史丹佛於2012至2017年安裝4MW 的太陽能裝置，並於2016年與2022年分別簽署場外電力合約，確保100%再生電力供應。該校的能源策略導致溫室氣體排放減少80%；同時，校園用水量自2001年起下降48%。這些措施預計在35年內節省超過4億美元。報告強調，能源效率提升並非僅靠技術設備，更需要管理系統與預測控制的優化。

3.推動能源效率之案例研究

(Case Studies in Promoting Energy Efficiency)

報告者：Ms. Jenjira Gulpanich *Ms Jenjira Gulpanich, Engineer, Professional Level, Department of Alternative Energy Development and Efficiency, Thailand*

本報告由 Ms. Jenjira Gulpanich 發表，綜合介紹泰國、歐盟與日本的能源效率案例。首先，泰國能源節約促進基金（ENCON Fund）自1992年成立以來，透過對石油產品徵收附加費（每公升0.07-0.25泰銖）作為資金來源，年度預算高達70億泰銖，用於補助節能專案、能源審核、ESCO 風險投資、稅務優惠與研發。其成功關鍵包括專款專用、明確的量化目標（如第三階段設定節能率10.8%、再生能源占比15.5%），並定期監測與評估績效。

歐盟能源效率指令（EED）自2012年頒布並於2018年與2023年更新，強化成員國必須進行能源審核與持續改善措施，如空壓系統優化、馬達升級、LED 照明及 ISO 50001能源管理系統導入，藉此降低高基線能耗與設備老化問題。

日本 Top Runner 計畫自1998年起要求各類產品以市場上最節能產品為基準制定標準，並透過標籤制度提高消費者辨識度。其特點是動態標準設定、產業協商及非金錢性懲罰（如公開點名不合格廠商）。此計畫已涵蓋23類產品並推動持續創新。報告結論指出，各案例共同顯示：專屬資金、明確法規與市場誘因為提升能源效率的三大關鍵。

4.APEC 區域燃煤發電的去碳化進程

(Decarbonizing Coal-fired Power Generation in the APEC Region)

報告者：Mr Phung Quoc Huy, *Senior Researcher, Asia Pacific Energy Research Centre (APEREC)*

本報告由 Phung Quoc Huy 發表，探討 APEC 區域煤電減碳的迫切性與解決方案。2023年資料顯示煤電仍占 APEC 發電結構的79%，碳密集度高且現有燃煤機組年齡偏低，對各國淨零目標構成挑戰。

報告提出四項主要解決方案：(1) 提升熱效率，如先進超超臨界（A-USC）與整合煤氣化聯合循環（IGCC）技術，可提高46%-50%效率並降低CO₂排放；(2)生物質共燃（biomass cofiring），但受限於資源短缺與森林保護問題；(3)氨共燃（ammonia cofiring），如日本碧南電廠已測試20%氨共燃，CO₂排放降低20%；(4)CCUS（碳捕集、利用與封存）技術，但仍需龐大資金

與基礎設施投資。

報告指出中國、日本、印尼與越南等國已在熱效率提升、共燃與 CCUS 領域進行試驗或商業化應用。結論強調，雖各方案可行，但需兼顧經濟與環境成本，並結合國際合作與政策支持，以實現煤電低碳轉型。

(六)、議題六：分組討論

現場參與夥伴分2組就研討會內容進行小組討論，分享其在研討會上獲得的收穫，同時對於當前製造業能源效率所面臨的問題與挑戰，進行集思廣益，探索可能的解決之道。

以下為會各國在能源效率報告中所提到的挑戰與優勢或發展彙整：

國家／區域	面臨挑戰	發展優勢與成就
美國	1. 能源政策隨政黨更迭，缺乏一致性 2. AI 發展推高電力需求，企業投資偏重短期效益	1. 2025 Q1 新增電力容量 99%來自再生能源 2. 加州投入逾 20 億美元推動低碳技術 3. 案例：Gallo Glass 減排 80%；Amy's Kitchen 每年減排近 2,900 噸 CO ₂
中國大陸	1. 產業結構偏高耗能 2. 地方執行與中央目標有落差 3. 政策執行力受限	1. 「總能耗下降 + 能源強度改善」雙重目標 2. 廣東成為碳交易試點，非化石能源比重達 29% 3. 數位碳管理平台整合 ERP、IoT，支援 CBAM 報告
泰國	1. 高額初期投資與長回收期 2. 中小企業融資困難，程序繁複 3. 高層缺乏戰略視野，員工抗拒改變	1. ENCON 基金（1992 起），每年 70 億泰銖，專款專用 2. 支持能源審核、ESCO 投資、研發與補助 - 明確設定節能與再生能源目標 3. 將性別平等納入能源專案
越南	1. 高初期投資成本 2. 融資管道不足，ESCO 市場不成熟	1. 制定《建材發展規劃》，要求大型水泥廠安裝 WHR 系統 2. 案例：松藍二廠 WHR 系統回收電量 1.04 億

國家／ 區域	面臨挑戰	發展優勢與成就
	3. 能源價格過低，削弱投資動力	kWh 3. RDF 潛力 1.09 億噸，未來取代率可至 15% - 節能措施回收期僅 1.9 - 4.7 年
印尼	1. 融資不足為最大障礙 - 節能誘因有限，罰則設計仍待加強 2. 技術與數據分析能力不足	1. 推動「節能績效保證專案」示範 2. 開始建立誘因與罰則制度 3. 探索大數據分析能源效率
中華 台北	1. 工業用電需求持續上升，能源效率壓力增大 2. 大用戶占總消耗 92%，若缺乏管控風險高 3. 中小企業資金與技術能力有限	1. 制定 大用戶能源審核與年度節能目標 （未達成有罰則） 2. 提供補助，鼓勵高耗能設備汰換（中小企業補助比率最高可達 30%） 3. 工研院研發 AI + 大數據能源管理系統 (iAuto EMS) ，節能率可達 10 - 30%
歐盟 （延伸 案例）	1. 部分成員國基線能耗高、設備老化 2. 法規落實進度不一	1. 《能源效率指令》（EED, 2012 起，2018/2023 更新） 2. 強制能源審核、ISO 50001 導入 - 推動空壓系統優化、馬達升級、LED 照明 3. 法規+誘因並行，確保持續改善
日本 （延伸 案例）	1. 高效率產品要求提高產業壓力 2. 需持續維持創新動能	1. Top Runner 計畫 （1998 起），以最高效產品為新基準 2. 涵蓋 23 類產品，促使廠商持續創新 - 標籤制度提升消費者辨識度 3. 以公開名單作為非金錢懲罰

(七)、議題七：分組報告及小組討論

1.第一組對於本次工作坊中之重要收穫與未來建議如下：

- (1)臺灣：對泰國推行的 ESCO 促進方案感興趣，並對中國大陸在支持製造業推動能源效率（EE）方面印象良好，建議未來可安排「實地考察」。
- (2)泰國：本次研討會從多國政策中獲得經驗與啟發，尤其對臺灣的先進技術如 Power Tab 表示肯定。
- (3)越南：本次學習很多可應用的能源效率技術，對中國大陸的碳管理架構與碳交易制度有完整了解，尤其對在碳排放交易（ETS）中採用的「金標準」（Gold Standard）特別有興趣。
- (4)印尼：學習到如何利用「大數據」進行能源效率現況分析，認為資金不足是推動能源效率進步的主要障礙。

2.第二組則是就推動製造業能源效率的挑戰與策略做綜合結論：

能源效率改善初期因政策與法規不一致，易阻礙技術推動，且長期雖可節省費用，但初期投資成本高，企業意願較低，在美國，季報壓力時常導致企業不願進行長期節能投資，建議應建立一致性的政府標準與法規、改善財務障礙（如補助、稅收調整）、建立公開透明的資料與能源稽核系統及鼓勵業界實務經驗導向、避免過度學術理論化，強調政策、技術與產業三方協同合作，利用實務導向與 AI 融合的創新節能策略，是 APEC 經濟體邁向製造業永續的核心路徑。

參、心得及建議

一、心得

此次與各國專家交流過程中，獲得了許多啟發與收穫。首先，從泰國再生能源發展協會副主席 Mr. Arthit 的分享中，了解了多元的 ESCO 合作模式。他展示了 ESCO 與銀行及能源用戶之間的創新商業架構，讓我們更加理解金融機構在推動能源效率中所能扮演的積極角色。與中國科學院廣州能源研究所汪鵬研究員的討論中，體會到中國大陸在國家層級推動節能的決心。透過總能耗與能源強度雙重目標，並逐級分配至各省，若未達標需向國家發改委說明，這種嚴謹的制度設計，也顯示了政策與執行力的緊密結合。與印尼能礦資源部專家 Mr. Haris Askari 的交流，則讓我注意到不同國家在

設計節能誘因與罰則上的差異。我方報告人也特別介紹了「節能績效保證專案」的作法，對方表示高度興趣，這也突顯了經驗分享與跨國借鏡的重要性。

最後，在與越南專家 Mr. Vu Quang Dang 的討論中，得知水泥業在越南大量採用廢棄物燃料（RDF），不僅能有效降低成本，亦兼顧減碳目標，是經濟與環保的雙贏策略。在台灣在工業節能上，或許也能參考重視循環資源的應用。

二、建議

（一）、政策一致性

借鏡美國能源政策隨政黨更迭而變動的經驗，應致力於建立跨政黨、跨部門的長期共識。能源效率不僅是環保政策，更關乎產業競爭力與能源安全，若政策缺乏連續性，將削弱企業投資的信心。因此，必須建立長期穩定的政策框架，讓企業在規劃能源效率措施時有明確方向與保障。

（二）、鎖定大用戶

數據顯示，契約容量大於 800kW 的大用戶雖僅占少數，卻消耗超過 9 成工業用電。因此，未來應持續透過能源審核、年度節能目標與罰則機制，加強對大用戶的管理。同時，可針對特定高耗能產業（如鋼鐵、水泥、石化）提供技術輔導與財務支持，集中火力在最能帶來效益的企業群體，創造最大化的節能成果。

（三）、技術導入與創新

越南水泥業利用廢熱回收（WHR）與替代燃料（RDF）的案例顯示，高耗能產業若結合循環資源再利用，能同時降低成本與碳排放。我國可推動類似措施，結合產業鏈廢棄物管理與能源利用，打造低碳循環經濟。另一方面，AI、大數據與智慧能源管理系統（如 iAuto EMS）已被證實能提升 10 - 30% 的節能率。若能擴大應用至更多產業，將有效提高能源透明度與營運最佳化能力。

（四）、融資與誘因

初期高投資成本常是企業遲疑的主因。泰國 ENCON 基金透過專屬稅收建立穩定財源，是值得借鏡的模式。可考慮設立專屬能源效率基金，確保資金專款專用。同時，推動綠色債券、ESCO 模式及稅收優惠，降低企業，特別是中小企

業的投資門檻。若能結合公私部門合作，將有效提升企業的投資意願與市場活力。

(五) 人才與制度

能源效率不只是技術問題，也涉及專業管理。我國應強化能源管理員與審核人才的培訓，確保企業內部具備足夠的專業知識來推動節能專案。此外，建立公開透明的能源數據平台與績效標竿制度，讓企業之間能進行橫向比較，藉由同儕壓力與標竿學習，進一步提升改善動力。

(六) 國際合作

面對歐盟 CBAM 等國際貿易規範，我們應積極參與 APEC 等區域合作平台，分享經驗並協調標準，降低出口產品面臨的碳關稅風險。同時，應推動國際技術轉移，特別是綠色技術的引進與在地化應用，並將性別平等納入能源專案，如提供女性專屬的培訓與資金支持，強化政策的包容性，帶來更多元的創新解決方案。

整體而言，這次跨國交流不僅增廣國際視野，也讓我更深刻理解各國在能源效率推動上的不同挑戰與創新策略。這些經驗將能成為未來規劃與實務推動上的寶貴參考。

附件、會議議程

TENTATIVE AGENDA	
APEC Workshop on Promoting Energy Efficiency in the Manufacturing Sector	
Time	Content
Day 1 (Thursday, 19 June 2025)	
08.30 – 09.00	Registration
09.00 – 09.10	Opening Speech <i>By Mr Nguyen Anh Tuan, Vice President, Viet Nam's Energy Association</i>
09.10 – 10.00	Session 1: Overview on Energy Needs in the Manufacturing Sector During this Session, speakers will share information on the current state-of-play of the manufacturing sector and its development in economies and in the region. The participants will be encouraged to share their relevant knowledge and make floor interventions.

	Moderator: Mr Nguyen Thanh Tung, General Manager, Limestone Capital, Viet Nam Speaker: - <i>Dr Terrence Surles, Consultant, Hawaii Natural Energy Institute, the United States</i>
10.00 – 10.30	Discussion
10.30 – 10.45	Tea Break
10.45 – 11.30	Session 2: Opportunities in Promoting Energy Efficiency in the Manufacturing Sector This Session will provide participants with a wide range of experience and information regarding opportunities in promoting energy efficiency in the manufacturing sector in APEC and non-APEC economies. Speakers may also refer to gender issues that related to this Session. Moderator: Mr Nguyen Thanh Tung, General Manager, Limestone Capital, Viet Nam Speaker: - <i>Dr Pan Tze-Chin, Deputy Division Director, Industrial Technology Research Institute, Chinese Taipei;</i> - <i>Mr Vu Quang Dang, Independent Energy Consultant, Viet Nam</i>
11.30 – 12.00	Discussion
12.00 – 13.30	Lunch
13.30 – 14.15	Session 3: Obstacles in Promoting Energy Efficiency in the Manufacturing Sector This Session will provide participants with a wide range of experience and information regarding obstacles in promoting energy efficiency in the manufacturing sector in APEC and non-APEC economies. Speakers may also refer to gender issues that related to this Session. Moderator: Ms Nguyen Huong Tra, Visiting Scholar, Hanoi National University, Viet Nam Speaker: - <i>Dr Cao Dongyuan, Professor, University of Science and Technology Beijing, China;</i> - <i>Ms Jenjira Gulpanich, Engineer, Professional Level, Department of Alternative Energy Development and Efficiency, Thailand;</i> - <i>Dr Nguyen Ngoc Hung, Director, Energy Economics Department, Institute of Energy, Viet Nam</i>
14.15 – 14.45	Discussion
14.45 – 15.00	Tea Break

15.00 – 16.00	Session 4: Enhancing Innovation and Finance to Promote Energy Efficiency in the Manufacturing Sector Promotion and investment in green research and development can help promote energy efficiency. However, many barriers (social/institutions, economic/financial, technological barriers, etc.) might stand on the way. This session is expected to share stories, experiences and case studies in enhancing innovation and finance to promote energy efficiency in the manufacturing sector. Moderator: Ms Nguyen Huong Tra, Visiting Scholar, Hanoi National University, Viet Nam Speaker: - <i>Dr Pan Tze-Chin, Deputy Division Director, Industrial Technology Research Institute, Chinese Taipei;</i> - <i>Mr Arthit Vechakij, Vice Chairman, Renewable Energy Industry Club - Energy Efficiency and Grid Modernization, The Federation of Thai Industries, Thailand;</i> - <i>Mr Vu Quang Dang, Independent Energy Consultant, Viet Nam</i>
16.00 – 16.30	Discussion and Wrap up of Day 1
End of Day 1	

Day 2 (Friday, 20 June 2025)	
09.00 – 10.15	Session 5: Case Studies in some APEC Member Economies In the 2024 APEC Economic Leaders’ Declaration, it is mentioned that “We reiterate our efforts to triple renewable energy capacity globally through existing targets and policies as well as demonstrate similar ambition with respect to other zero and low emissions technologies including abatement and removal technologies in line with domestic circumstances by 2030. We also look forward to Energy Ministers to work in defining a new collective aspirational goal for the power sector to increase the share of electricity generated by carbon free and carbon neutral sources while promoting energy efficiency as the first fuel.” This Session will be dedicated to hearing various case studies and detailed examination regarding energy efficiency in the manufacturing sector, particularly on mechanisms (laws/policies/regulations, incentives, standards), in APEC and non-APEC member economies. Moderator: Ms Nguyen Tue Phuong, Viet Mind Law Co. Ltd., Viet Nam Speaker: - <i>Dr Wang Peng, Vice Director, Guangzhou Institute of Energy Conversion, Chinese Academy of Sciences, China;</i> - <i>Dr Terrence Surlles, Consultant, Hawaii Natural Energy Institute, the</i>

	<i>United States;</i> - <i>Ms Jenjira Gulpanich, Engineer, Professional Level, Department of Alternative Energy Development and Efficiency, Thailand;</i> - <i>Mr Phung Quoc Huy, Senior Researcher, Asia Pacific Energy Research Centre (APEREC).</i>
10.15 – 10.45	Discussion (Questions and Answers)
10.45 – 11.00	Tea Break
11.00 – 12.00	Session 6: Group Break-out During this Session, participants will be divided to different groups to (i) share what they’ ve achieved from Workshop sessions,(ii) brainstorm/ explore possible ways and suggest recommendations to APEC and member economies, (iii) application actions or requirement on necessary resources to implement such recommendations. Moderator: Ms Nguyen Tue Phuong, Viet Mind Law Co. Ltd., Viet Nam
12.00 – 13.30	Lunch
13.30 – 15.45	Session 7: Group Presentations and Panel Discussions During this Session, group leaders will present outcomes of group break-outs. Panelists will also share their insights on (i) recommendations to APEC and member economies, (iii) application actions or requirement on necessary resources to implement such recommendations. Moderator: Ms Nguyen Tue Phuong, Viet Mind Law Co. Ltd., Viet Nam Speaker: - <i>Dr Terrence Surles, Consultant, Hawaii Natural Energy Institute, the United States;</i> - <i>Mr Arthit Vechakij, Vice Chairman, Renewable Energy Industry Club - Energy Efficiency and Grid Modernization, The Federation of Thai Industries, Thailand</i>
15.45 – 16.00	Wrap – up/ Conclusion <i>By Ms Pham Quynh Mai, Viet Nam’ s Senior Official to APEC</i>
<i>THE END.</i>	