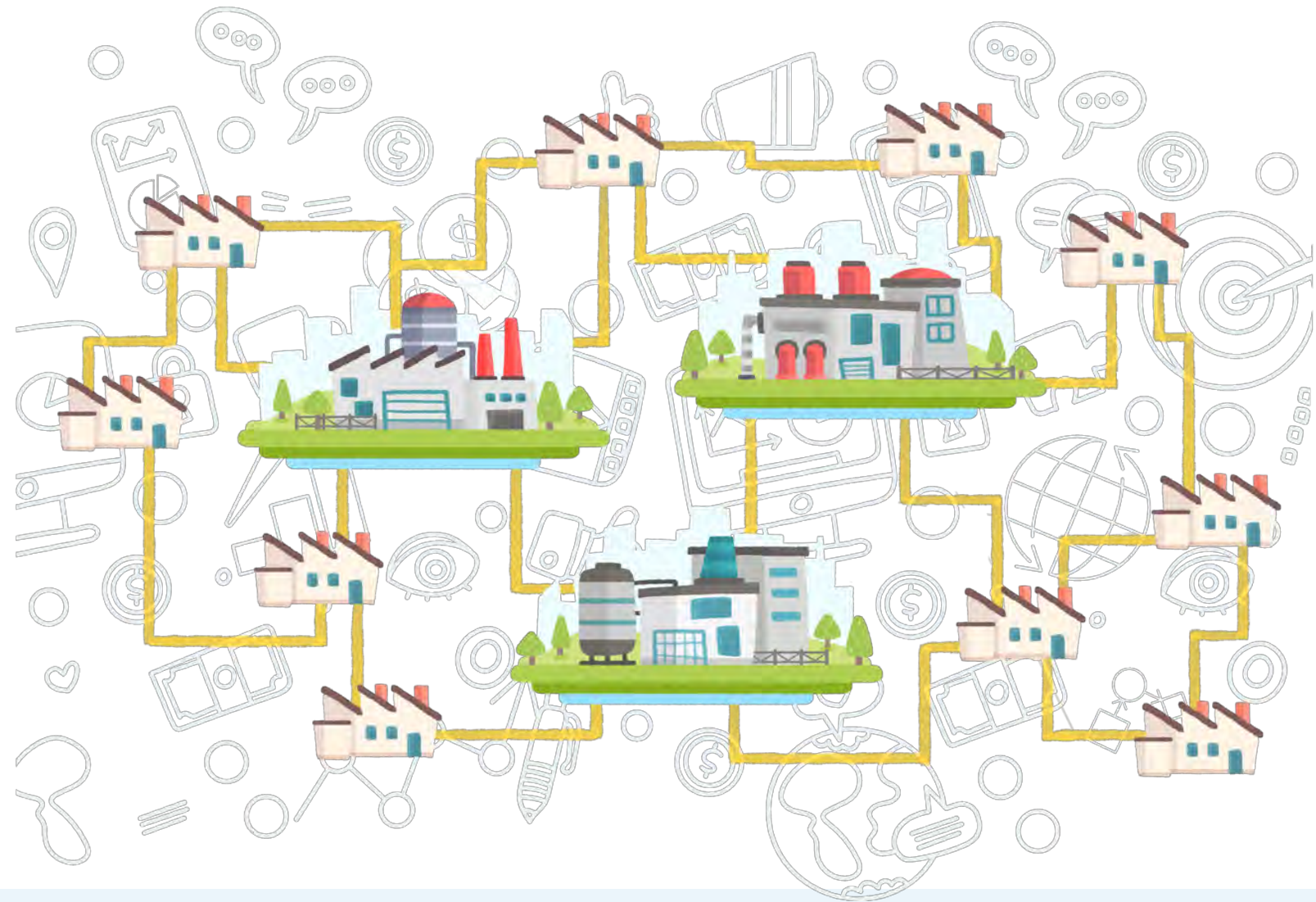


區域能資源整合 成功案例宣導手冊

The Case Studies of Regional Energy and Resources Integration.



“

合作是新時代的競爭，
我們要齊心協力，
而不是彼此制衡。
最終，我們將一起贏得勝利！

Pamela Slim and Michele Woodward



目錄

前言 02

能資源整合概念 03

全球工業生態園區 04

能資源整合作法 06

能資源整合成功案例 08

效益及展望 20



前言

在行政院通過的「循環經濟推動方案」中，以「產業共生」概念所發展的循環園區規劃，主要目的為建立產業及企業在能源及資源交換的共享示範場域，最終目標為擴散至全國產業園區，對推動國內產業循環發展，健全產業經營環境，扮演至關重要的角色。

自1984年永續發展理念被提出後，永續發展逐漸成為產業發展主流。臺灣為海島型國家，天然資源匱乏，98%能源須仰賴進口，因此，能源有效使用與資源再利用，不但可減少環境污染，同時減少原物料與能資源成本，創造經濟效益，促進產業永續發展。

以「產業共生」概念所發展的循環園區，已成為各國推動循環經濟，提高資源利用率並減少溫室氣體排放的重要政策之一，「區域能資源整合」的概念便是透過園區內廠商地理距離相近的優勢，並透過產業互補性，使用最少能資源，創造最大經濟效益，兼具環境永續與產業發展雙贏的目的。

國內區域能資源整合推動工作經過政府與產業界多年合作，整體而言已達相當成效，根據經濟部工業局統計資料，迄今已完成23座工業區能資源整合推動工作。本手冊的主要目的為介紹產業共生定義，並回顧各國在生態工業園區的主要案例及臺灣相關政策推動與做法，最後進行國內各產業園區的成功案例介紹。

循環經濟推動方案 2大主軸

- 厚植「產業循環化」
- 加速「循環產業化」





循環經濟 Circular Economy (CE)

循環經濟可概分微觀、中觀、宏觀層級：微觀層級主體為一家廠商或一項產品；中觀層級主體為一群廠商的集合體，如一個產業聚落、一個產業園區（物理距離相近）或一個產業網絡（產業關聯性高）；宏觀層級主體為一個城市、一個國家或一個區域。循環經濟的中觀層級即為本手冊探討的循環模式主體，廠商間透過管理及交易、能源與資源，可以節約成本並提高生產力。

產業共生 Industrial Symbiosis (IS)

「產業共生」最初是借用自然科學名詞，解釋自然界中生物共生關係的概念，在兩個或兩個以上不相關的物種間交換物質、能量或資訊，且共同得到好處，如藻類與真菌的共生關係：藻類行光合作用提供養份給菌類，菌類提供水份及無機質給藻類，兩個物種間因為長時間的累積，產生自然且緊密的關係，並逐步發展出頻繁且積極的正反饋機制，促進新生態結構的成長與共生關係。

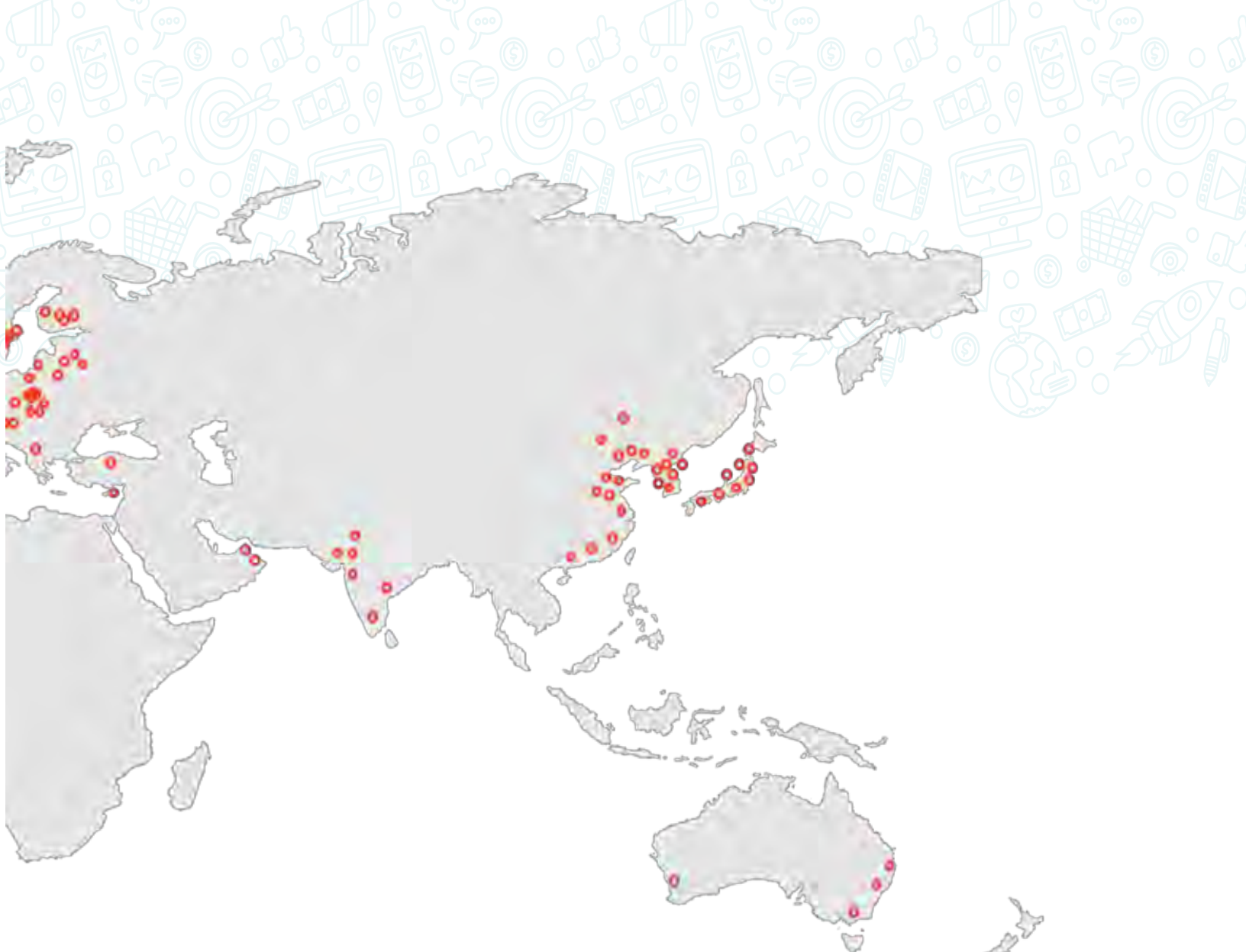
工業生態園區 Ecology Industrial Park (EIP)

當產業間的共生發展成為一個國家長期推動的政策時，通常具體落實在一國境內的「工業生態園區」，美國永續發展委員會定義EIP為「工業園區與當地有效共享資源（包括：資訊、材料、能源、基礎設施），帶來經濟效益及環境品質改善，並增強企業與當地人力資源」。各國能資源整合的EIP通常會同時考量經濟效益與環境效益，包含相互關聯之專業供應商、服務供應商、相關研究機構等。

全球生態工業園區

根據瑞士聯邦環境辦公室 (Federal Office for the Environment, FOEN) 的研究調查報告「International Survey on Eco-Innovation Parks」(2014)，依該機構建構的指標系統 (eco-criteria) 篩選，全球共有 168 個生態工業園區，分布於 27 個國家。篩選指標包括：能源效率、再生能源使用、廢棄物管理、水資源管理、物質流布、生物多樣性、交通運輸、土地使用、空氣污染防治、噪音防制、環境管理系統、文化社會健康安全等面向。

該報告結果顯示，全球生態工業園區以歐洲最為密集，共計 116 座、亞洲 37 座、美洲 11 座、大洋洲 4 座，其中較知名的園區包括：丹麥Kalundborg、英國Green Park、荷蘭Rotterdam Harbor、日本Eco-Town Kitakyushu、韓國Ulsan、新加坡Jurong Island、中國大陸Tianjin Economic Development Area、美國德州Brownsville、亞歷桑那州Civano、澳洲Kwinana及Styria等。(臺灣工業園區由於未納入報告調查對象，故無列入)



以全球最為知名的丹麥 Kalundborg 生態共生園區為例，1970 年代煉油廠開始嘗試將多餘的煤氣提供給鄰近石膏廠使用；為了解決用水需求，工廠間互牽管線分享水資源；電廠利用汽電共生發電，並將飛灰收集後作為水泥廠原料，逐漸形成產業共生雛形。除了工廠間的資源共享，副產品亦可提供農業使用，如藥廠製程中產生的廢棄酵母及發酵污泥，提供當地豬舍作為飼料。Kalundborg 的成功因素在於各廠的地理距離近經濟效益高，且合作夥伴間具有長期互信關係。

為複製 Kalundborg 的成功經驗，丹麥於 2011 成立 Symbiosis Center Denmark，該專責單位目的為推動及管理境內產業共生關係。過去 10 年來，該機構已協助 500 多家企業進行廠內能資源輔導與診斷，創造 170 多項能資源供需媒合，超過 1 萬個工作機會，溫室氣體年減量約 28 萬公噸，為建立產業共生環境打下堅實的基礎。

能資源整合作法

臺灣過去隨著經濟發展，工業區開發的運作模式為以產業聚落或生產鏈垂直整合為主要目標，工業區管理單位統一提供廠商公共用水、用電及廢水處理需求，但區內廠商自身製程所需的能源或資源，則需要自行處理。以能源使用為例，若廠商為確保充足的熱能給予製程使用，通常做法為於廠內自行設置小型鍋爐，而且為了降低設置及燃料成本，通常選擇使用鏈條式塊煤鍋爐，不但鍋爐效率不佳，也造成空氣污染，並增加溫室氣體排放量；資源使用部分，各工廠產生的廢料，也須各自洽商委託合格處理機構處理廢棄物，由於各廠間無有效的資訊流通機制，無法發揮產業間資源互補性及循環再利用潛力。

為解決上述問題，政府自2005年開始與國內製造業廠商共同合作推動能資源循環利用。從調查盤點工作著手，逐步釐清國內廢棄資源大多來自電子業、染整業、造紙業、蒸汽供應業、石化業及鋼鐵業等產業。以典範案例高雄臨海工業區為例，該園區以中鋼公司為核心開展區能資源整合工作，中鋼外售蒸汽、氧氣、氮氣及氫氣等能資源給鄰近廠商使用，只要鄰近廠商有意願共同推動區域能資源整合，廠外相關能資源供應管路設置成本由中鋼負責，或由中鋼與客戶共同分攤。

國內目前已累積多個能資源整合成功案例，例如：(1) 汽電共生廠將剩餘蒸汽供應給鄰近廠商，以取代廠商所設置的低效率但高污染的鍋爐；(2) 造紙業在工業用紙製程中進行廢棄物能源回收利用，轉換為供應製程蒸汽；(3) 化學纖維製造業、紡織業以回收寶特瓶再製為機能服飾；(4) 畜牧場以禽畜糞厭氧處理產生沼氣，發電供應廠內使用並外售給台電等。

工業區能資源整合 具體目標

- 資源循環利用率提升5%
- 重點區域能源鏈結率提升5%
- 提升溫室氣體減量達全年40萬公噸



工業區選定原則

- 能耗規模：工業區能源耗用規模較大者
- 產業聚落：園區內以較具能資源整合潛力產業為主，且產業可與園區內或鄰近工業區形成互補
- 資源鏈結：工業區內廠家數較多且資源再利用率較低者，較具資源鏈結潛力
- 能源鏈結：使用能源廠家數較多，且區內有可供應能源的大廠，較具能源鏈結機會

整合項目推動方向

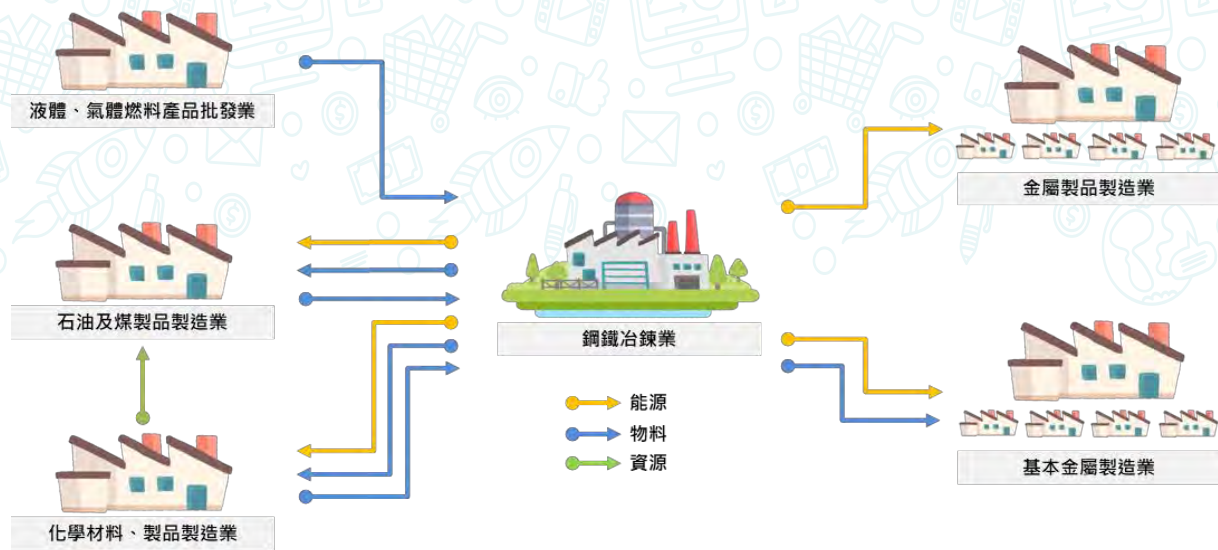
- 電力、蒸汽、純水採區域性供應規劃
- 園區內產生量大且亟待處理的副產品或廢棄物類型，採減量及資源循環方式
- 引進具生態鏈結效益的產業進駐工業區
- 原本需送至較遠地方進行處理及資源化者，優先改為送至鄰近機構處理
- 原本需採用掩埋或焚化處理方式者，改為使用資源化方式處理
- 原本需採用資源化方式處理者，尋求邁向減量、再使用及高附加價值資源化技術處理

臨海工業區



臨海工業區是目前國內已開發規模最大工業區之一，廠商家數493家，為一綜合性工業區，區內進駐石化、鋼鐵等20餘種產業，其中台糖、唐榮鐵工廠、中油大林廠、中鋼、中鋼機械、台船、中石化等均位於區內，是我國經濟發展重要支柱與工商業往來重要環節。

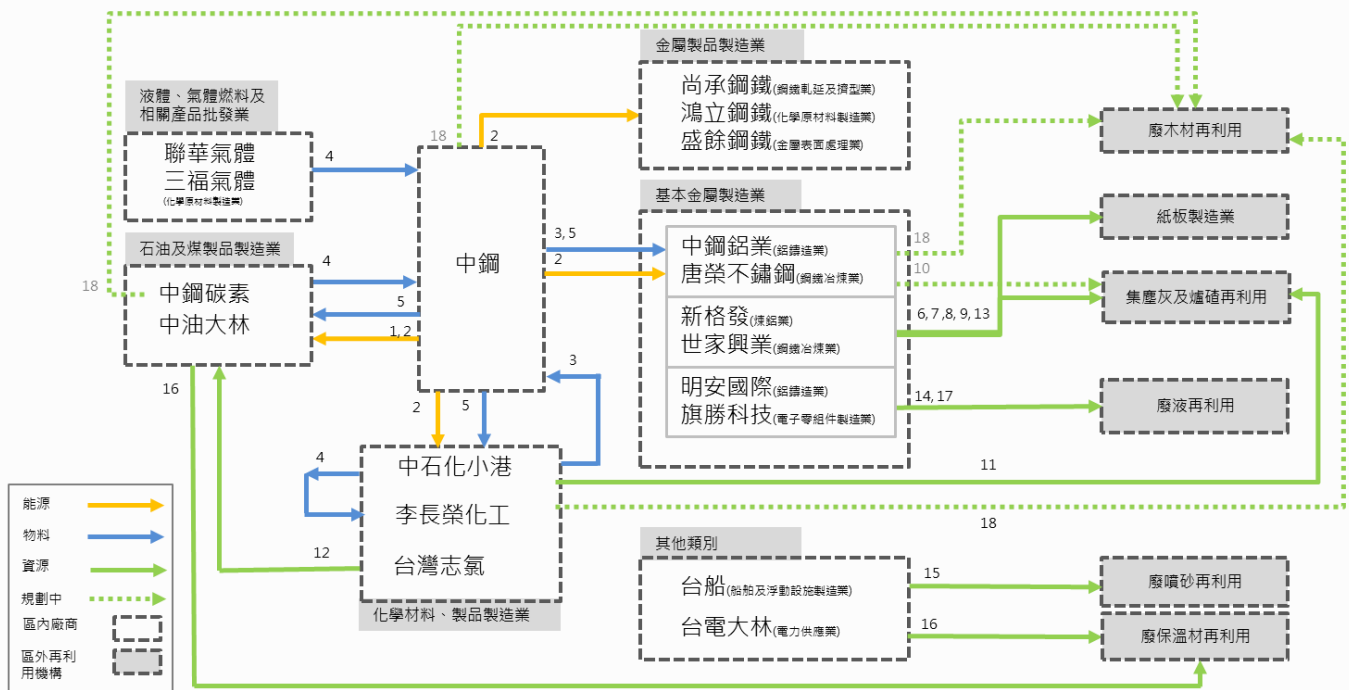
臨海工業區面積大、廠家數多、廠家規模大、能源使用量大、廢棄物產量大，以中鋼公司為核心之工業區內及區外等20餘家產業，除互通蒸汽及各項工業氣體等多餘能源外，亦建構工業區內產業間資源共享網絡，包括水淬高爐石、氣冷高爐石、脫硫石、轉爐石、礦泥、煤焦油、廢酸、廢耐火材等，將區域能資源做最有效率之整合，同時達成提高能源使用效率、減少資源耗用、降低區域內污染排放及溫室氣體減量等目的。該工業區導入區域能源整合做法後，估計年減二氧化碳量相當於316座大安森林公園全年碳吸附量。



園區整合特色



- 以中鋼、中油集團為核心，形成鋼鐵及石化產業群聚
- 蒸汽供應量大且穩定，有利建構區內工廠能源共享網絡



1-焦爐氣；2-蒸汽；3-氫氣；4-氫氣；5-氮氣；6-鋁渣；7-電爐集塵灰；8-電爐爐氧化渣；9-電爐爐還原渣；10-電爐爐渣；11-焚化爐底渣；12-液鹼；13-非有害集塵灰；14-非有害有機廢液；15-廢噴砂；16-廢保溫材；17-廢溶劑；18-廢木材

臨海工業區能資源鏈結圖

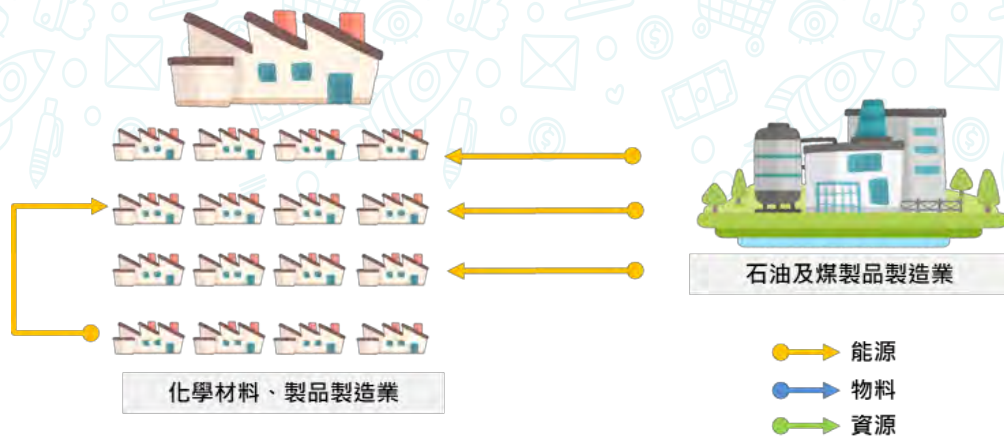
林園工業區



汽電共生

林園工業區為我國南部石化重鎮之一，中油石化事業部、台塑、信昌、台苯、東聯等石化大廠均位於區內，同時具有石化產業上、中、下游廠商，並聚集石化及化學製造等具能源互補性相關產業。另外，在地理位置上鄰近臨海工業區，可藉由臨海廠商推動資源整合，推升本區處理量能達到規模經濟。

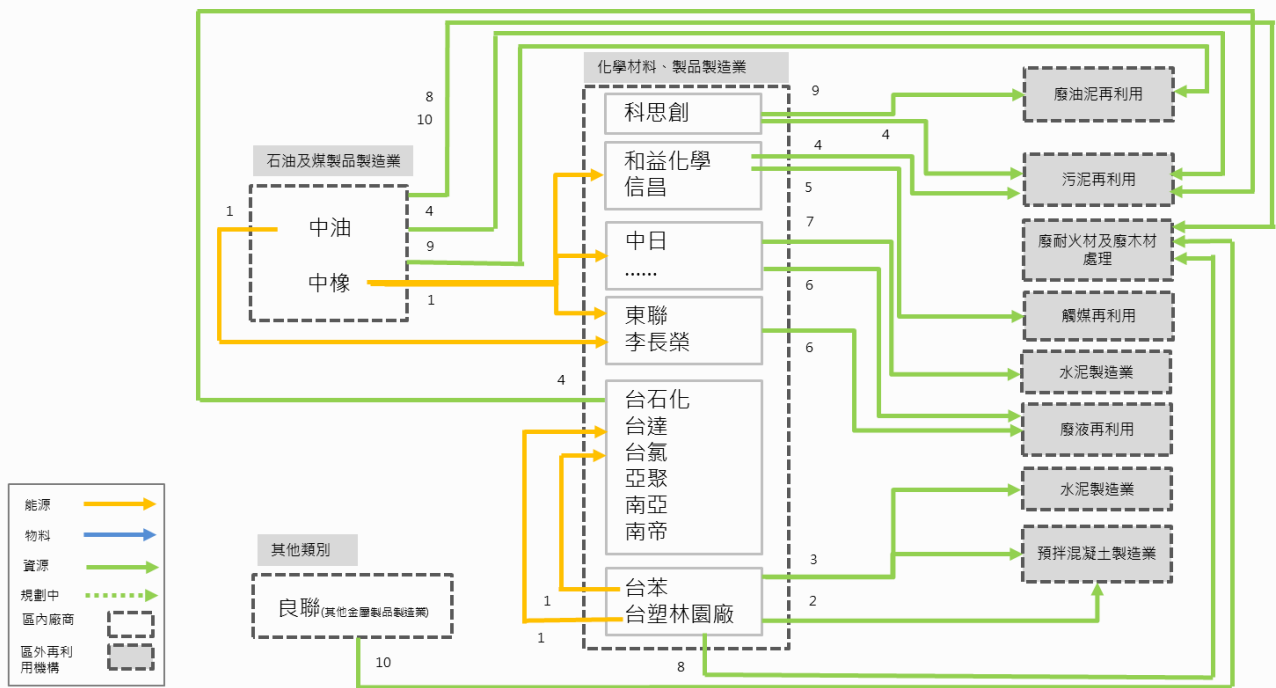
林園工業區主要為石化產業聚落，以中油、台塑等7家石化大廠為核心之工業區內外及產業下游廠商，除互通蒸汽及各項工業氣體等多餘能源外，亦建構工業區內產業間資源共享網絡，推動煉油廠副產品成為鄰近產業的原物料，並推動林園工業區水再生示範廠。彙整歷年能資源整合推動成果，已完成焚化爐底渣、廢保溫材等鏈結，蒸汽也已完成部分廠商間鏈結，減少園區內中小型鍋爐使用量，減低環境污染。該工業區導入區域能源整合做法後，估計年減二氧化碳量相當於22座大安森林公園全年碳吸附量。



園區整合特色



- 以石化產業為核心整合區內能源供應，工業廢棄物委外處理
- 進駐廠商多數為國內上市上櫃公司，注重企業社會責任



1-蒸汽；2-燃煤底灰；3-燃煤飛灰；4-無機污泥；5-非有害觸媒；6-非有害廢液；7-有機性污泥；8-廢保溫材；9-廢油泥；10-廢耐火材

林園工業區能資源鏈結圖

臺南科技工業區



臺南科技工業區鄰近台南市區、安平港及成功大學，結合區域特性，定位為文化經貿及製造中心，區內進駐可成科技、光洋應材、達方電子、友達光電等電子大廠及金屬製品大廠，區內主要工業廢棄物為易燃廢液、含鉻污泥、廢電子零件、電鍍污泥及含銅污泥等，皆具資源化再利用潛力。

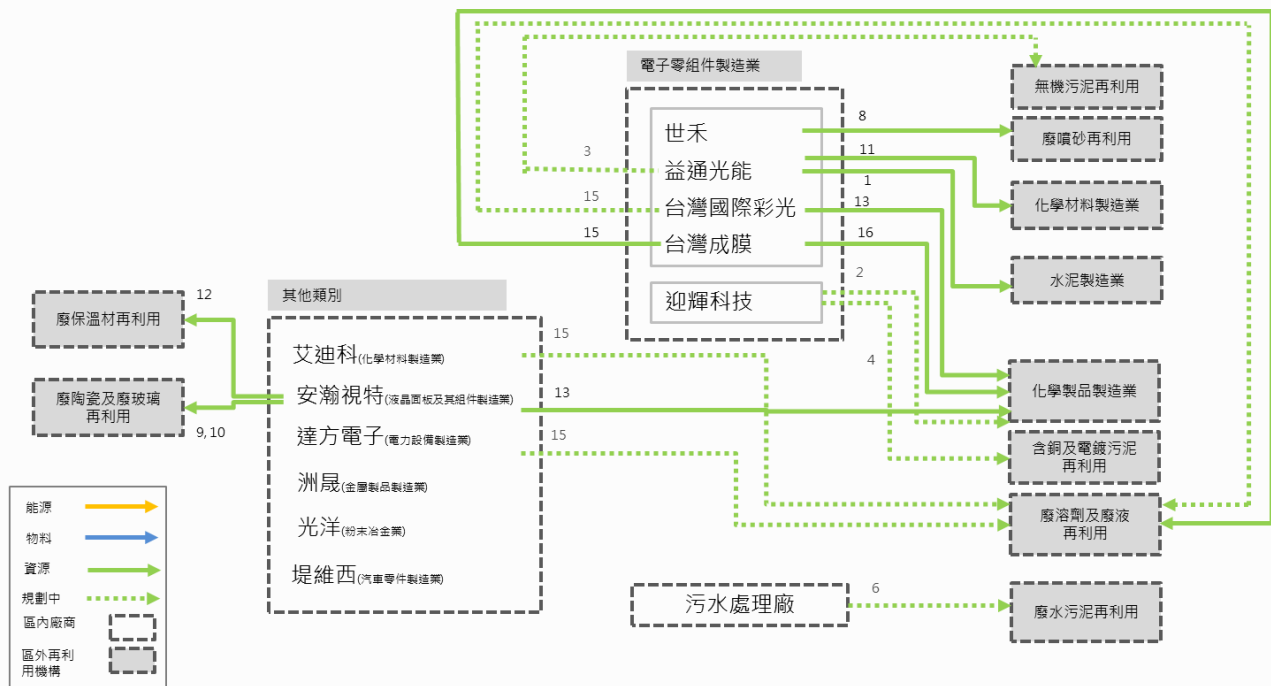
根據工業局調查結果分析，臺南科技工業區可推動能資源整合之潛在鏈結總量約3,000公噸/年，主要項目包括廢溶劑、廢液鹼、廢耐火材、無機性污泥、非有害集塵灰、廢漆渣、電鍍污泥、氟化鈣污泥、廢噴砂與廢塑膠混合物等資源，鏈結整體經濟效益預估可達到800萬元，廢棄物再利用比例可望由61.6%提升至83.0%。彙整歷年能資源整合推動成果，已完成氟化鈣污泥、廢保溫材、廢硫酸、廢氫氟酸、廢玻璃、廢陶瓷等鏈結。



園區整合特色



- 區內進駐多家電子大廠，其工業廢棄物具資源化再利用潛力
- 該工業區特色為智慧化管理趨勢，利於掌握資源流向



1-氟化鈣污泥；2-含銅廢液；3-廢水無機污泥；4-含鎳電鍍污泥；5-非有害集塵灰；6-廢水有機污泥；7-廢漆渣；8-廢噴砂；9-廢陶瓷；10-廢玻璃；11-廢氫氟酸；12-廢保溫材；13-廢液鹼；14-廢塑膠混合物；15-廢溶劑；16-廢硫酸

臺南科技工業區能資源鏈結圖

新竹工業區



資源再生利用

新竹工業區位於國道1號湖口交流道下，交通便利，區內進駐力成科技、長春人造樹脂、欣興電子、中華汽車、正文科技等共470餘家工廠，屬綜合性工業區。區內以長春樹脂為核心，供應剩餘蒸汽給區內近10家工廠，建構區內產業能源共享網絡。另外，區內工業廢棄物如磷酸皮膜污泥、有機廢液、集塵灰、含銅污泥、氟化鈣污泥等，皆已與區外再利用機構達成資源鏈結，推動後續再利用。

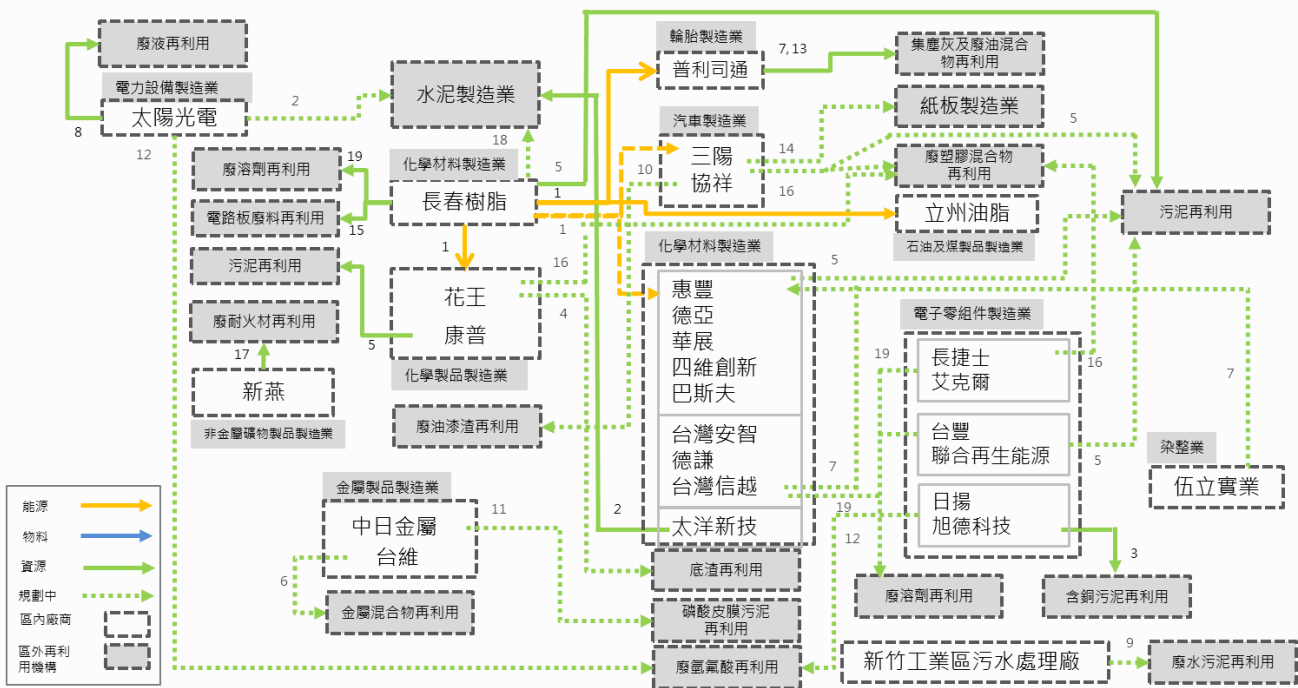
根據工業局調查結果分析，新竹工業區可推動能資源整合的潛在鏈結總量約6.8萬公噸/年，整體經濟效益預估可達到9,400萬元，溫室氣體預估全年可減少約1.1萬公噸，廢棄物再利用比例可望由41.8%提升至59.3%，整體蒸汽鏈結比例可由8.9%提升至35.3%。彙整歷年能資源整合推動成果，已完成含銅污泥、廢耐火材、廢油混合物、非有害集塵灰等鏈結；蒸汽也已完成部分廠商間的鏈結，減少園區內鍋爐使用量。該工業區導入區域能源整合做法後，估計年減二氧化碳量相當於28座大安森林公園全年碳吸附量。



園區整合特色



- 以長春人造樹脂為供汽中心，另聚焦再生水回收及電子廢棄物回收
- 廢棄物種類多元，有利建構區內區外工廠資源共享網絡



1-蒸汽；2-氯化鈣污泥；3-含銅污泥；4-焚化爐底渣；5-無機性污泥；6-金屬混合物；7-非有害集塵灰；8-非有害有機廢液；9-廢水有機污泥；10-廢油漆渣；11-磷酸皮膜污泥；12-廢氫氟酸；13-廢油混合物；14-廢紙混合物；15-電路板廢料；16-廢塑膠混合物；17-廢耐火材；18-廢樹脂；19-廢溶劑

新竹工業區能資源鏈結圖

觀音工業區



觀音工業區位於桃園沿海地區，區內進駐遠東新世紀、台玻公司、臺灣杜邦、集盛實業、永光化學、華亞汽電、亞東石化等共365家化材、紡織、金屬製品等廠商，具能資源整合互補性。區內以亞東石化及華亞汽電為核心，供應剩餘蒸汽給區內廠商，另外，區內工業廢棄物如廢氟氟酸、含銅污泥、廢紙、廢塑膠、集塵灰、有機溶劑等，皆已與區內外再利用機構達成資源鏈結，推動後續再利用。

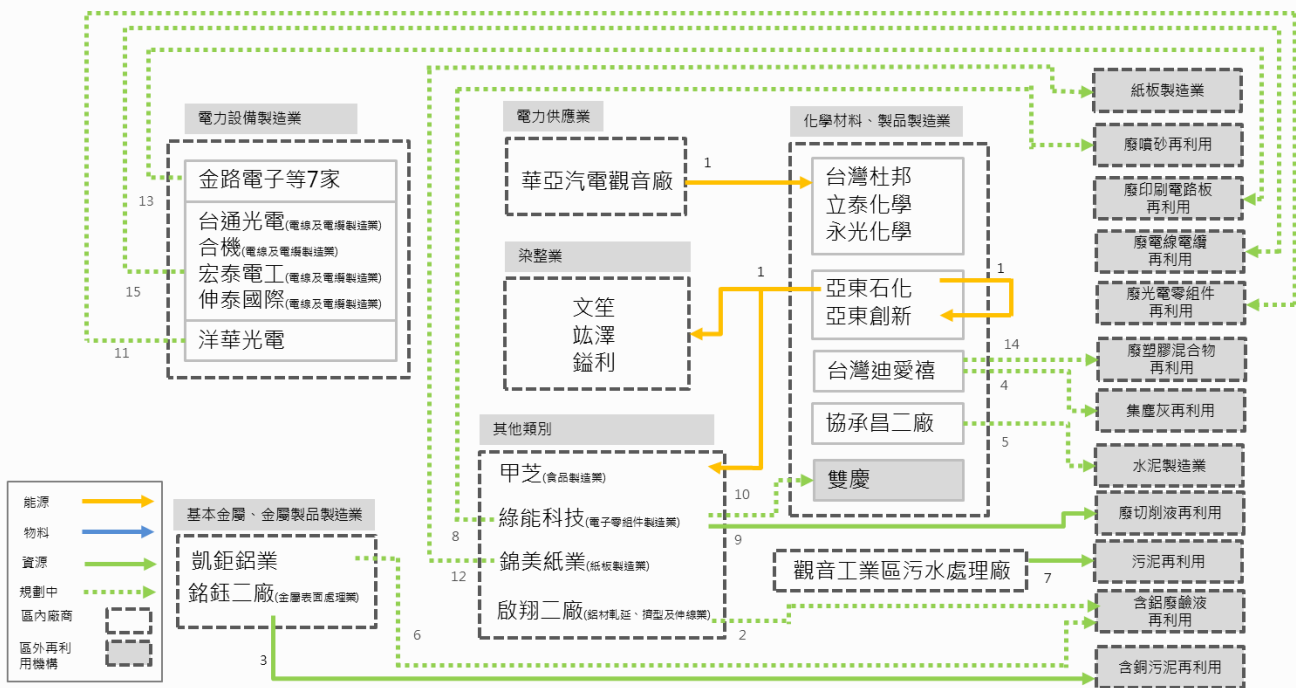
根據工業局調查結果分析，觀音工業區可推動能資源整合的潛在鏈結總量約18.2萬公噸/年，整體經濟效益預估可達到2.9億元，溫室氣體預估全年可減少約3.2萬公噸，廢棄物再利用比例可望由50.3%提升至60.7%，整體蒸汽鏈結比例可由12.6%提升至16.7%。彙整歷年能資源整合推動成果，已完成蒸汽、含銅污泥、廢切削液、無機性污泥等鏈結。該工業區導入區域能源整合做法後，估計年減二氧化碳量相當於82座大安森林公園全年碳吸附量。



園區整合特色



- 以亞東石化與華亞汽電為中心，供應蒸汽給鄰近廠商使用
- 進駐企業以中小企業居多且具熱能需求，有利能資源整合



1-蒸汽; 2-含鋁廢鹼液; 3-含銅污泥; 4-集塵灰; 5-焚化底渣; 6-無機性含鋁污泥; 7-工業區廢水無機污泥; 8-廢噴砂; 9-廢切削液; 10-廢氫氟酸; 11-廢光電零組件; 12-廢紙混合物; 13-廢印刷電路板; 14-廢塑膠混合物; 15-廢電線電纜

觀音工業區能資源鏈結圖

大園工業區



大園工業區鄰近桃園國際機場，區內進駐廠商有大同公司、華通電腦、上村公司、健策精密、大園汽電、正隆公司等共177家廠商，為化工、紡織、染整、造紙產業群聚之工業區，廠商製程使用熱能，需求量大。區內以大園汽電為核心，供應蒸汽給區內64家廠商，另外，區內工業廢棄物如廢溶劑、重金屬污泥等，皆已與區外再利用機構達成資源鏈結。

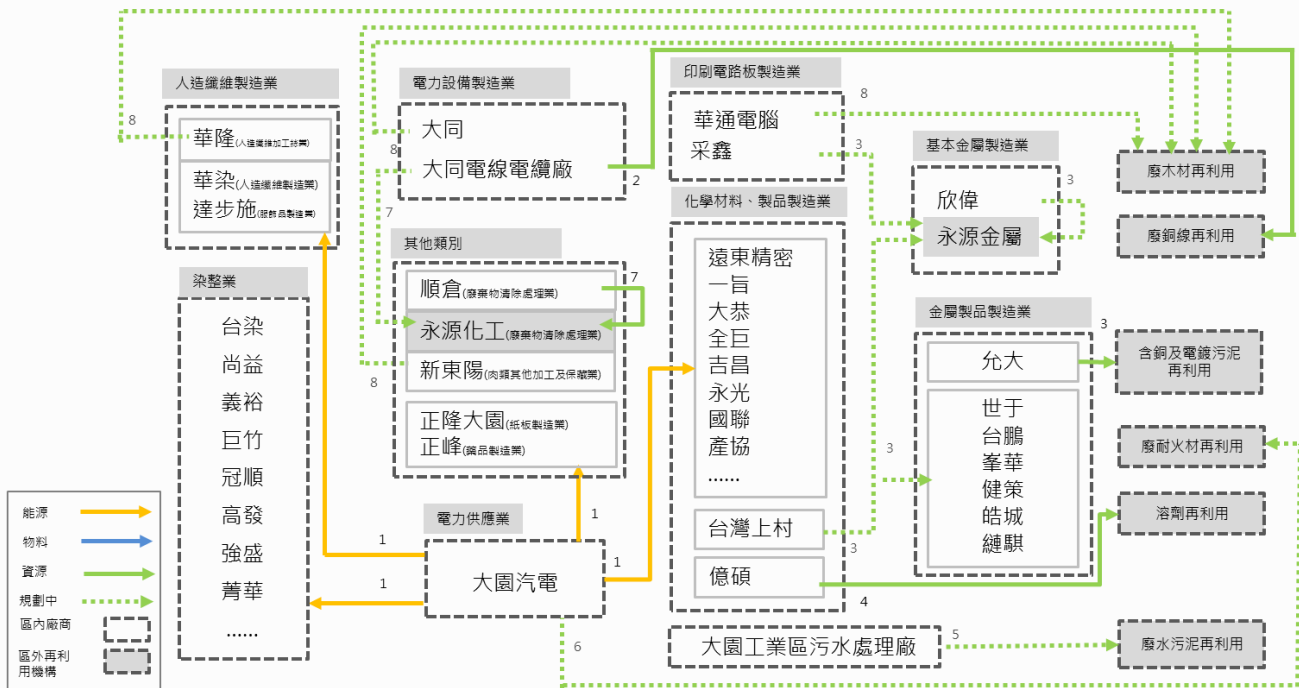
大園工業區在能資源整合的規劃重點包括：(1) 推動工業區持續擴展蒸汽供應管路；(2) 推動汽電共生廠與區內廠商之蒸汽鏈結；(3) 推動有機污泥、含銅污泥、有機廢液等具資源化特性廢棄物，進行再利用。根據工業局調查結果分析，大園工業區可推動能資源整合之潛在鏈結總量約22.9萬公噸/年，整體經濟效益預估可達到3.4億元，溫室氣體預估全年可減少約4.6萬公噸，廢棄物再利用比例可望由27.6%提升至30.6%，整體蒸汽鏈結比例可由23.9%提升至31.2%。彙整歷年能資源整合推動成果，已完成蒸汽、含銅污泥、廢裸銅線、非有害廢溶劑、廢溶劑等鏈結。該工業區導入區域能源整合做法後，估計年減二氧化碳量相當於118座大安森林公園全年碳吸附量。



園區整合特色



- 以大園汽電為中心專營汽電共生，統一提供蒸汽給區內廠商
- 區內聚集化工、紡織及染整業廠商，其製程對熱能需求量大且穩定



1-蒸汽；2-廢裸銅線；3-含銅污泥；4-非有害廢溶劑；5-廢水有機污泥；6-廢耐火材；7-廢溶劑；8-廢木材

大園工業區能資源鏈結圖

效益及展望

推動生態工業區已成為各國政府推動循環經濟的重要政策之一，區域能資源整合可減少原物料的運送成本，集中處理並管理廢棄物，讓廠商間的能資源循環使用。其成功關鍵之一為能源交換，如共同利用汽電共生廠來降低能源使用成本，並將額外能源賣給其他的產業，產生新的經濟活動；成功關鍵之二為廢棄物不再是有害而無用的，而是由不同的產業共同合作開發資源再利用的潛力，創造規模經濟、能源供應連續性及廢棄物質循環利用。

回顧過去十多年，臺灣已在政府及產業界共同的努力下，為區域能資源整合推動工作打下良好的基礎，並累積相當的執行經驗。展望未來，推動區域能源供應中心，並研發採用生質燃料、有機廢棄物或鍋爐多元燃料系統，可進一步推升循環利用率，達成經濟、環保、能源的三贏。

31 億新台幣/年

生產成本降低



經濟效益

自2005年推動開始，截至2018年共完成23座工業區能資源整合推動工作，實際達成鏈結量共約362萬公噸/年，降低約31.3億元生產成本。

80 萬公噸/年

溫室氣體減量



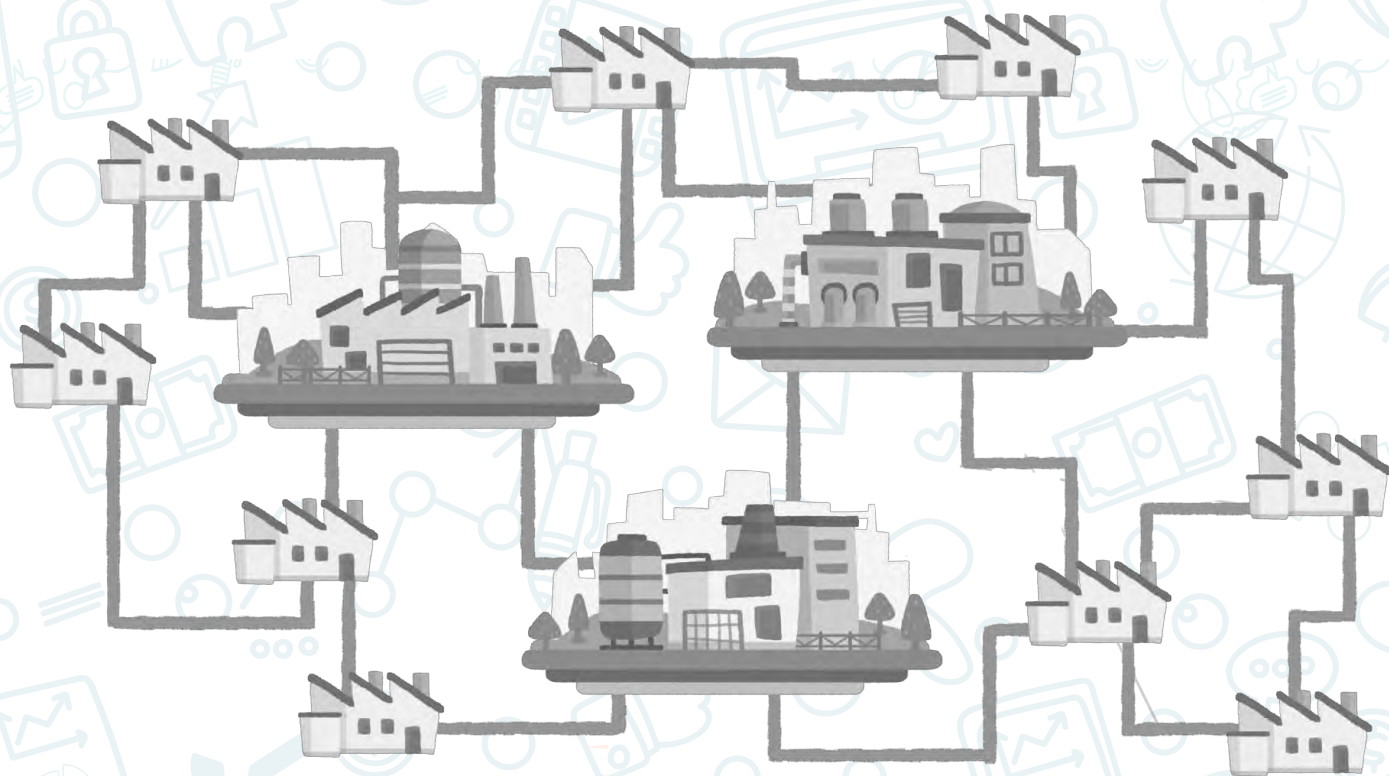
環境效益

自2005年推動開始，截至2018年共減少154座鍋爐，蒸汽鏈結換算減少約80.3萬公噸溫室氣體排放量，減少能源與原生物料使用，並延長掩埋場及焚化廠使用年限。

“

當你用長遠的眼光，
來看待投資這件事；
你就已經超越當下，
來到了下一個20、30、40年，
甚至100年！

Dawid Neinaber



主辦單位：



經濟部工業局
www.moeaidb.gov.tw

執行單位：



環興科技股份有限公司
www.sinotech-eng.com



財團法人中華經濟研究院
www.cier.edu.tw