



鋼 | 鐵 | 業

低碳綠色製程技術選用評估彙編

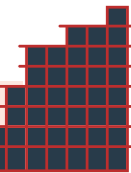
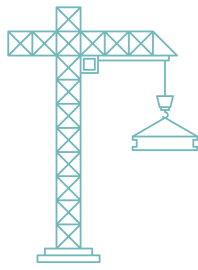




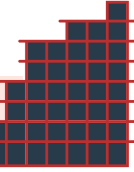
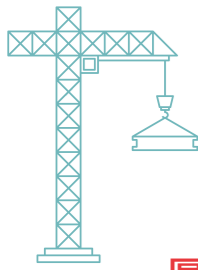
鋼鐵業

低碳綠色製程技術選用評估彙編

經濟部工業局 編印
中華民國一〇六年十一月



一、前言	1
二、鋼鐵產業特性與發展趨勢	5
2.1 產業定義	7
2.2 主要製程特性	8
2.3 面臨問題及未來發展方向	10
三、低碳綠色製程技術設備之選用原則	13
3.1 能源開發及使用評估準則	15
3.2 低碳綠色製程最佳可行技術之選用及評估	16
四、低碳綠色製程技術及實務案例	23
4.1 一貫作業冶煉製程案例	29
4.2 電弧爐煉鋼案例	39
4.3 軋鋼製程案例	45
4.4 不鏽鋼煉鋼製程案例	60
參考文獻	71
附錄	77
1. 能源開發及使用評估準則	78
2. 能源使用說明書之格式及應記載事項	92



圖目錄

圖 2.1-1 鋼鐵產業關聯圖----- 7

圖 3.2-1 歐盟鋼鐵業最佳可行技術參考文件----- 18

圖 4-1 鋼鐵業各製程最佳可行溫室氣體減量技術簡要圖說 ----- 28

圖 4.1-1 煉焦製程 ----- 32

圖 4.1-2 CDQ 生產原理 ----- 33

圖 4.1-3 高爐熱風爐廢熱回收系統流程圖 ----- 35

圖 4.1-4 熱管工作原理示意圖 ----- 37

圖 4.1-5 熱風爐廢熱回收設備架構圖----- 38

圖 4.1-6 高爐熱風爐廢熱回收系統實體照片 ----- 38

圖 4.2-1 傳統加熱爐與感應式加熱爐之比較 ----- 40

圖 4.2-2 B 公司電弧爐煉鋼系統改善前狀況 ----- 41

圖 4.2-3 改造後電弧爐煉鋼系統節能做法示意圖----- 41

圖 4.2-4 空壓系統配置圖----- 42

圖 4.2-5 空壓系統節能改善構想 ----- 43

圖 4.2-6 改善後空壓系統配置圖----- 45

圖 4.3-1 典型的加熱爐製程示意圖 ----- 46

圖 4.3-2 蓄熱式燃燒器與運作方式 ----- 47

圖 4.3-3 蓄熱式燃燒器熱回收的效益比較 ----- 48

圖 4.3-4 (左) RTI 單體性能測試配置；
(右) RTI 實體與安裝照片----- 54

圖 4.3-5 燃燒火焰焰色 ----- 56

圖 4.3-6 廢氣溫度顯示面板 ----- 56

圖 4.3-7 廢氣管路破損及熱相儀熱點分佈 ----- 57

圖 4.3-8 輻射管導入新技術及發展燃燒系統管理方法的綜效 ----- 60

圖 4.4-1 改善前電極棒控制系統 ----- 61

圖 4.4-2 改善後電極棒控制系統 ----- 61

圖 4.4-3 改善後電極棒控制設備 ----- 62

圖 4.4-4 電極棒控制系統改善前後實績 ----- 63

圖 4.4-5 立式盛鋼桶預熱器 ----- 64

圖 4.4-6 臥式盛鋼桶預熱器 ----- 64

圖 4.4-7 改造前盛鋼桶預熱器示意圖 ----- 65

圖 4.4-8 改造前盛鋼桶預熱器照片 ----- 65

圖 4.4-9 改造後盛鋼桶預熱器示意圖 ----- 66

圖 4.4-10 改造後盛鋼桶預熱器運作原理示意圖 ----- 66

圖 4.4-11 改造後盛鋼桶預熱器照片 ----- 67

表目錄

表 4-1 歐盟鋼鐵業 BREF 之最佳可行技術彙整表 ----- 26

表 4.1-1 A 公司三階 / 四階 CDQ 設備規格 ----- 32

表 4.1-2 乾 / 濕淬火的比較 ----- 33

表 4.1-3 高爐熱風爐廢熱回收技術評比表 ----- 36

表 4.1-4 B 公司高爐熱風爐廢熱回收應用說明 ----- 39

表 4.2-1 空壓系統運轉狀態表 ----- 43

表 4.2-2 空壓系統運轉模式與測量方法 ----- 44

表 4.3-1 空氣 / 煤氣預熱溫度之理論燃燒溫度及爐膛溫度比較表 ----- 49

表 4.3-2 單 / 雙蓄熱式燃燒器之技術評比表 ----- 49

表 4.3-3 P 牌與 S 牌節能裝置單體測試結果 ----- 58

表 4.3-4 不同空燃比下的廢氣含濃度與節能率 ----- 58

表 4.3-5 整區應用節能裝置前、後不同鋼種的能耗差異比較 ----- 59

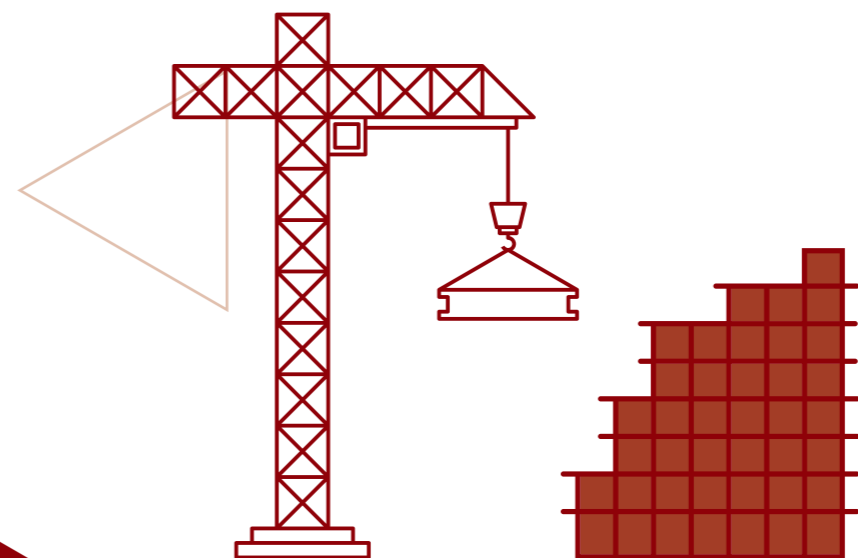
表 4.4-1 電極棒控制系統改善成效 ----- 63

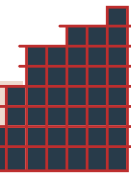
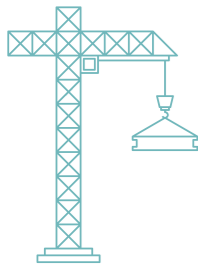
表 4.4-2 改造後預熱器節能實績表 ----- 68

鋼鐵業

低碳綠色製程技術選用評估彙編

▶ 一、前言





一、前言

《溫室氣體減量及管理法》已於民國 104 年 7 月 1 日總統令公布施行，明定「國家溫室氣體長期減量目標為民國 139 年溫室氣體排放量降為民國 94 年溫室氣體排放量百分之五十以下。」及以五年為一期的階段管制目標。同年，行政院核定我國「國家自定預期貢獻」(Intended Nationally Determined Contribution, INDC) 書，揭示我國 INDC 設定 2030 年溫室氣體排放量為依現況發展趨勢推估情境 (Business as Usual, BAU) 減量 50%，該目標相當於民國 94 年排放量再減 20%，亦為前述溫管法要求的階段性目標「在民國 139 年降至民國 94 年排放量 50% 以下」之重要參考。依據行政院環境保護署「2016 年中華民國國家溫室氣體排放清冊報告」顯示，在民國 79 至 103 年間，工業製程及產品使用部門溫室氣體排放量已增加 62.61%，年平均成長率 2.05%，顯示製造部門之溫室氣體排放量有逐年成長趨勢，預期未來所面臨減碳要求及壓力亦將與日俱增。

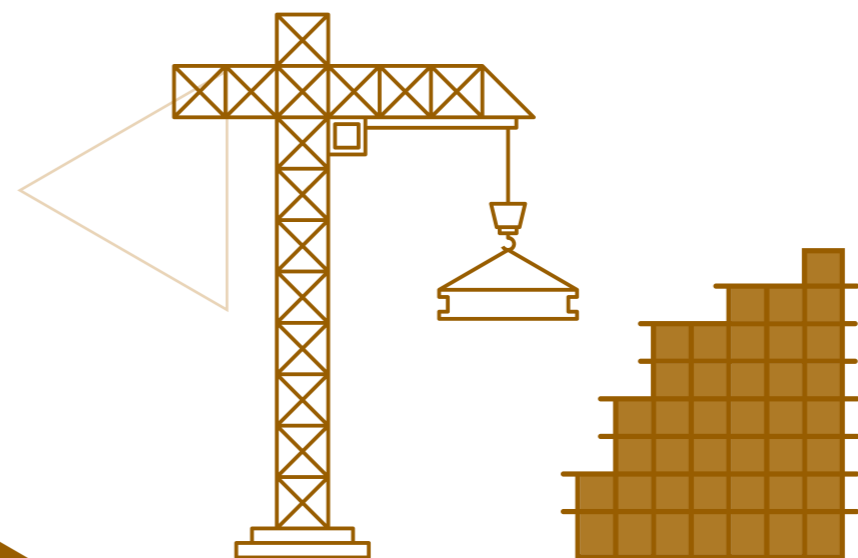
經濟部工業局為協助產業落實減碳工作，輔導企業低碳升級轉型與永續發展，規劃推動 4 年期程 (民國 106 年~ 109 年)「製造部門低碳生產推動計畫」，期能協助產業因應日趨劇烈變化的氣候與經營環境，以確保產業競爭力。由於製程技術或設備導入須考量之因素眾多，為協助工廠順利進行低碳製程新技術或設備導入之前期規劃，遂著手辦理「低碳綠色製程技術選用評估彙編」，藉由各產業專家所建議低碳綠色製程技術設備之選用原則、技術介紹及實務案例，以協助企業排除技術篩選之困擾與障礙，順利導入低碳生產製程技術。

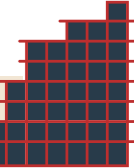
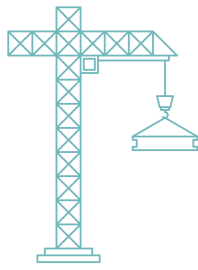
本彙編所收錄之技術設備選用評估原則及技術案例，皆為產業先進經實際應用所得出之寶貴經驗，惟參採時仍須考量個案適用性，包括經濟層面、技術層面及工程層面上，選用時宜多加評估各方面之可行性。

鋼鐵業

低碳綠色製程技術選用評估彙編

▶ 二、鋼鐵產業 特性與發展趨勢





二、鋼鐵產業特性與發展趨勢

2.1 產業定義

依據臺灣鋼鐵工業同業公會統計，鋼鐵業的類別包括：從事鋼鐵冶煉、鑄造、鍛造、軋製、抽拉、沖壓、剪裁、磨光鍍面、焊材製造及焊接鋼鐵材等工業，其中雖然不乏大型規模之鋼廠，但仍以中小型鋼廠所占比例較多，也顯示鋼鐵工業屬於資本密集工業，且臺灣鋼鐵產業的多元性偏向中小型化的結構形態。

鋼鐵工業之定義為：「凡從事鋼鐵之冶煉，以生產錠、胚、或其他冶鑄基本產品，或再經澆鑄、鍛造、軋壓、伸線、擠型，製成各種基本鋼鐵材料，如片、管、棒、線、或其他粗鑄品、粗軋品、粗鍛品等行業均屬之」，鋼鐵產業關聯如圖 2.1-1 所示。

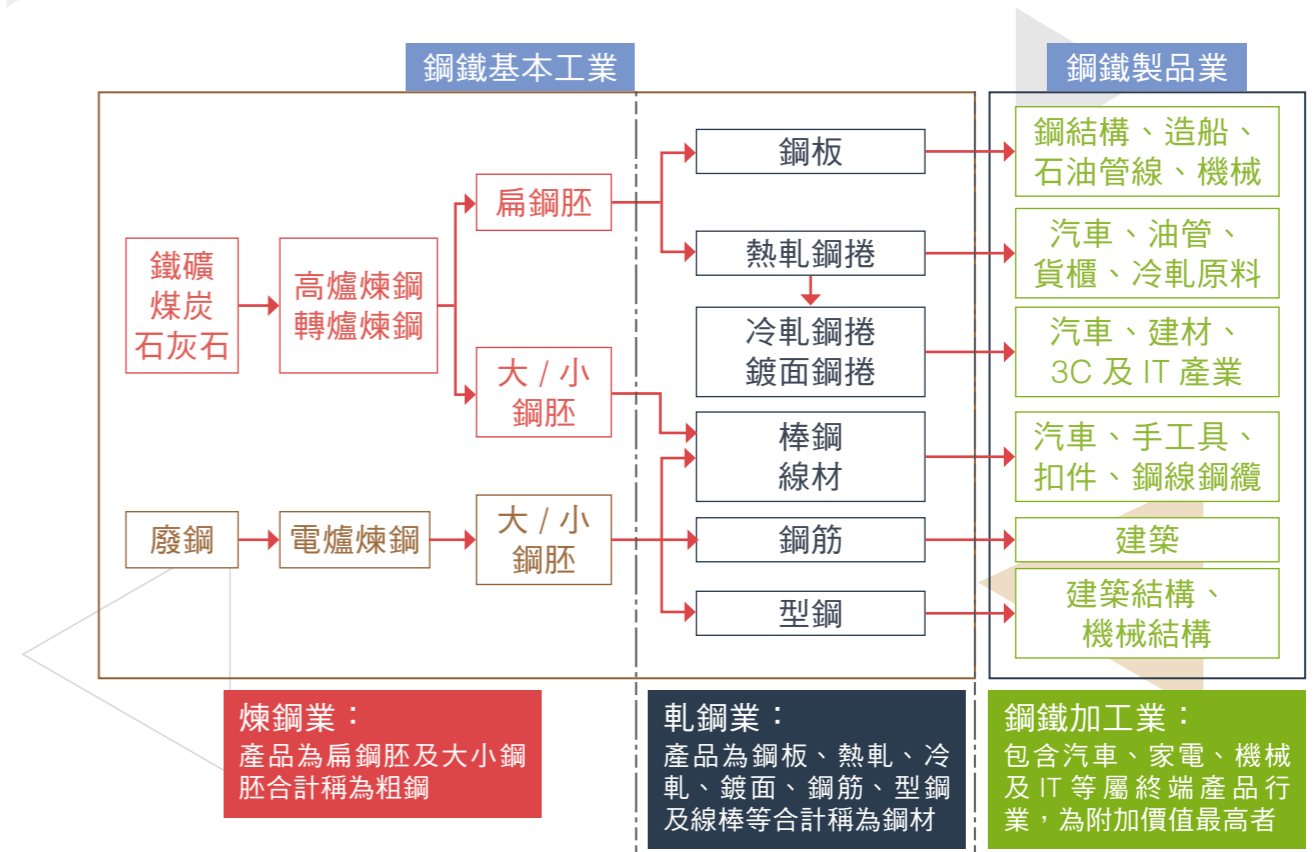
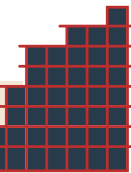
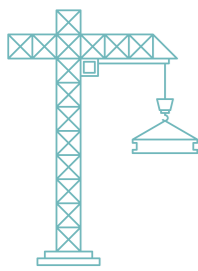


圖 2.1-1 鋼鐵產業關聯圖



鋼鐵冶煉業依其使用之原料與生產設備，可分為以鐵礦砂為原料之高爐、氧氣轉爐的一貫作業煉鋼廠，和以廢料為主要原料的電爐煉鋼廠兩種類型。前者以煤為主要能源使用類型，後者以電力為主要能源使用，兩者均甚消耗能源。由於鋼鐵產業能源耗用量大，因此鋼胚不論是來自一貫作業煉鋼之高爐或電爐，均會排放大量二氧化碳，故溫室氣體排放量高對鋼鐵產業的發展構成嚴重限制。

2.2 主要製程特性

鋼鐵依材質可分為「碳鋼」及「不鏽鋼與合金鋼」兩大類。碳鋼產業鏈上游為煤、鐵礦砂及廢鋼原料，以及上述原料經高爐或電爐煉製而成的大鋼胚、小鋼胚、扁鋼胚、鋼錠等；中游包括經冷、熱軋製成的鋼板、鋼捲、鋼筋、線材、棒鋼盤元，或經軋延切割裁剪加工製成各類型鋼、角鋼；下游應用產品廣泛，包括金屬製品、機械設備、運輸工具、模具、螺絲螺帽、鋼線鋼纜、工業設施及建築工程等。不鏽鋼產業鏈結構與碳鋼產業鏈相近，惟衍生出中游的裁剪加工及製管業，但下游則與碳鋼相同。

1. 上游

鋼鐵業的上游原料有鋼胚與不鏽鋼胚，其需要透過煉鋼的程序來製造。煉鋼方式可以分為高爐煉鋼與電爐煉鋼，高爐煉鋼的主要原料為鐵礦砂與焦煤（又稱冶金煤），代表廠商為中鋼公司。電爐煉鋼的主要原料為廢鋼，因我國煉鋼所需的原物料及能源自給率不足，廢鋼、粗鋼與鋼胚多需仰賴進口，故國內中、下游業者發展相對受限，目前只有中鋼為一貫作業的煉鋼廠。不鏽鋼屬於鋼品產業的特殊鋼材，不鏽鋼係指鉻含量超過 12% 的鐵合金，因不鏽鋼具備抗氧化與耐侵蝕的特性，故廣泛運用在廚具、汽車材料、建築材料、醫療用材到 3C 電子業等。不鏽鋼大量使用鎳、鉻等高價金屬原料，故不鏽鋼製品的材料成本約為碳鋼的

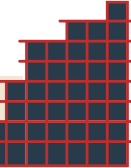
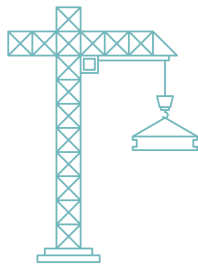
5 到 10 倍，所以一旦高價金屬的價格波動，其市場行情將受到顯著影響，不過不鏽鋼產品 100% 可以再回收利用，故具有相當高的剩餘價值。

2. 中游

鋼鐵業中游產品屬碳鋼類方面，產品有冷熱軋鋼板捲、鋼筋、線材盤元、棒鋼盤元；以不鏽鋼類而言，則有冷熱軋不鏽鋼板捲、不鏽鋼棒線、不鏽鋼型鋼，以及其後段之裁剪加工與製管業。以一般鋼胚為原料，經軋延後製成盤元，再加工後可生產螺絲、螺帽、鋼線等下游產品；中游的線材盤元及棒鋼盤元的差異，直徑 14mm 以上者稱為棒鋼，14mm 以下者稱為線材。不鏽鋼類方面，扁鋼胚經加熱後，經粗軋機及精軋機軋延，並噴水冷卻，即成熱軋鋼捲，主要用途為冷軋鋼捲的原料，亦可供製鋼管、貨櫃、容器等製管產品；熱軋鋼捲經酸洗、軋延、退火、精整後即成冷軋鋼捲，主要市場為製管、自行車及零件、汽機車及零件、鍍面產品等。

3. 下游

鋼鐵業為工業之母，其下游應用產品包羅萬象，包括各類金屬製品、機械設備、運輸工具、模具、螺絲螺帽、鋼線鋼纜及工業設施及建築工程上所需之各種鋼材，如不鏽鋼管配件、微接頭元件、建築五金零件、鎖類製品等。我國是全球前五大扣件供應國，從高雄岡山、路竹一帶更是全球知名的「螺絲窟」，螺絲成型、熱處理、電鍍、包裝到運輸上船出口，產業鏈一氣呵成，是臺灣向世界拚經濟的重要聚落，外銷比例逾九成，在全球扣件產業版圖中穩坐一席之地。而螺絲螺帽業者也積極轉型升值，邁向創新服務，希擺脫削價競爭，進入國際高值市場。目前國內業者也運用 ICT (Information and Communication Technology, ICT) 技術創新服務模式，朝製造業服務化方向邁進，也積極運用政府資源持續拓展高附加價值產品，如汽機車、航太工業、醫療業發展，致力於設備



智慧化和綠色製程發展，提升產品附加價值、永續經營以區隔中國大陸的低價市場，才能繼續在不平等的競爭中取得相對優勢與國際競爭力，進而鞏固臺灣在全球扣件產業的優勢地位。

2.3 面臨問題及未來發展方向

過去數十年鋼鐵業的環保與能源效率已明顯提升，但要持續提高環保效能，走向低碳煉鋼，仍然是一項重大挑戰。又面對全粗鋼產能過剩嚴重、國際大廠的規模經濟優勢、外銷市場的貿易壁壘、各國貿易保護與反傾銷等貿易救濟措施持續增加，加上國內市場飽和、國內鋼品進口零關稅不設防、環保意識提高等問題的深化下，我國鋼鐵業面臨的挑戰有增無減。未來鋼鐵業勢必須朝重質不重量的高值化方向發展，其主要發展方向包括：(1)經濟與環保並重，一方面強化鋼廠在合理化、省能源化、低污染化、回收、再利用、減量等方面發展，另一方面鋼廠亦應滿足下游用鋼產業永續發展與全球布局的需求；(2)加強鋼鐵產業上中下游的合作，持續推動研發聯盟，開發自主供應之高品質鋼材；(3)推動產業產品高值化，並發展具區域特色之鋼鐵製品產業，形成上中下游共存共榮的產業聚落。

展望未來，煤、鐵等煉鋼原料價格仍將持續維持賣方市場態勢。因此穩定原料的取得、透過聯盟合作來提升競爭力、赴新興工業國布局投資；以及因應未來各國的反傾銷貿易壁壘，強化反傾銷衝突協調機制；發展最佳可行製程技術，提升煉鋼能源效率；鼓勵鋼廠進行汰舊換新，提升企業體質；成立鋼鐵產業智庫，促成用鋼產業聚落；加強研發投入以及與用鋼產業結盟；推動綠色建築鋼材技術；培養高階冶煉技術人才，提升產業升級等皆為產業未來發展之策略選項。

另外，巴黎氣候協定（Paris Agreement）於民國 104 年 12 月 12 日通過，該協定的目標為全球升溫控制在 2 °C 以內，並致力於限制在 1.5°C，每個國家需依各自國情及能力提供「國家自定貢獻」（Nationally

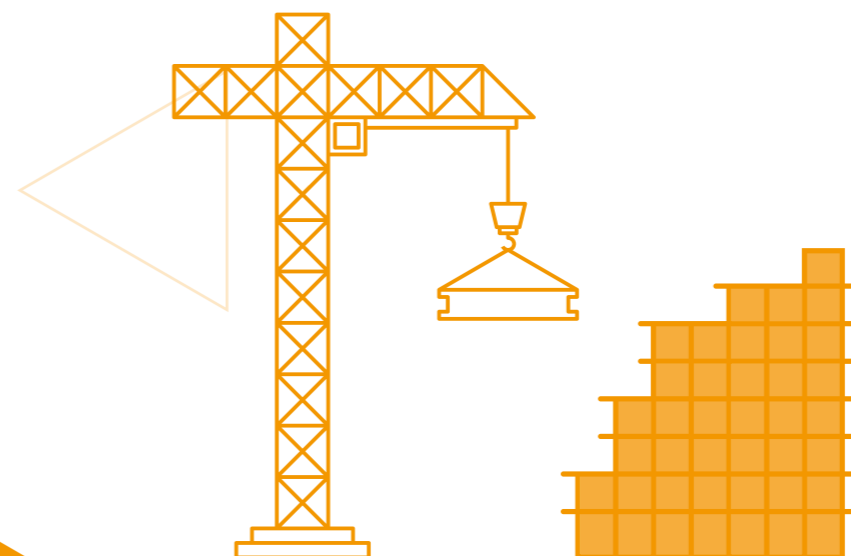
Determined Contributions, NDC），清楚列出減量目標及載明減碳作法，並自西元 2023 年起，需每 5 年進行一次檢視，各國在下半世紀需致力於減少溫室氣體排放量，降至碳匯平衡的程度。同時我國也於民國 104 年 7 月公布施行「溫室氣體減量與管理法」（以下簡稱溫管法），並訂定我國溫室氣體減量目標為「2050 年溫室氣體排放量降為 2005 年溫室氣體排放量 50% 以下」。另我國亦於民國 104 年 9 月完成「國家自定預期貢獻」規劃，其目標為「西元 2030 年溫室氣體排放量較 2005 年排放量再減 20%」。然而在溫管法及我 INDC 的減量目標下，將對產業造成很大的減碳壓力，增加企業生產成本，且對於鋼鐵、石化等能源密集產業及用電量大的電子業，在發展上勢必有所限制。惟從好處來看，當溫管法減量目標明確時，且授權行政院適時調整，可有助於我國綠能科技發展及產業升級轉型，讓產業避免因排碳問題遭受國際間可能的貿易制裁。

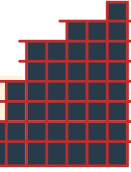
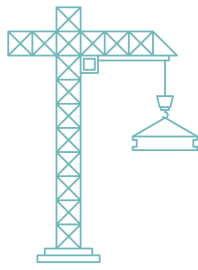
因此減碳目標是個挑戰，但也給鋼鐵產業帶來新的機會，讓鋼鐵同業重新審視如何導入更高效率的節能減碳技術與設備、使用更乾淨的低碳能源，以及加速產業升級轉型。鋼鐵同業可從能源管理、製程改善、汰舊換新、系統整合及熱能回收利用等面向，發掘節能潛力，甚至運用臺灣 ICT（Information and Communication Technology, ICT）優勢，導入能源管理智慧化資通訊系統，有效將能源使用效率和製程生產對應結合，透過契合工廠生產模式之資通訊技術應用於能源管理上，使能源使用效率搭配製程發揮即時最佳性。面對國內外減碳壓力，鋼鐵同業可以更積極的將節能減碳、綠色環保思維，納入產品設計、生產、製造、廢棄物處理等經營環節，落實綠色管理與低碳生產，做好企業經營的全面綠化，以提升能源使用效率與減少溫室氣體排放，進而強化產業競爭力。

鋼鐵業

低碳綠色製程技術選用評估彙編

▶ 三、低碳綠色製程技術 設備之選用原則





三、低碳綠色製程技術設備之選用原則

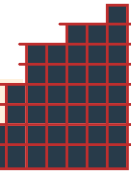
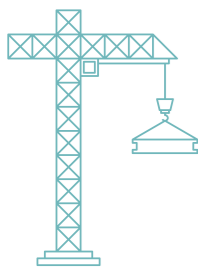
3.1 能源開發及使用評估準則

經濟部於民國 104 年 11 月 24 日公告「能源開發及使用評估準則」（請參閱附錄 1；節錄自網址 http://web3.moeaboe.gov.tw/ECW/populace/Law/Content.aspx?menu_id=2969），針對大型投資生產計畫之能源用戶新設或擴建能源使用設施，於興建前規劃階段實施「能源使用說明書」審查制度，進行先期能源規劃管理，促使產業於規劃階段就全面提升能源使用效率，降低新投資大型生產計畫能源需求。

「能源使用說明書」審查制度，以新設或擴建能源使用設施之能源使用數量對國家整體能源供需與結構及區域平衡造成重大影響者為規範對象，分為電力類、汽電共生類、石油煉製類與能源使用類（即製造業）等四類。其中，電力類、汽電共生類新設或擴建發電裝置容量達 5 萬瓩以上者；石油煉製類、能源使用類新設或擴建能源使用設施，用電契約容量及自用發電設備裝置容量合計達 2.5 萬瓩以上者，應於興建前規劃階段，申請「能源使用說明書」審查，經能源專業審查核准後始得興建。

該準則先就能源效率進行審查，以能源效率最佳可行技術為規範基準，並納入我國產業特性考量，兼顧執行基準之客觀與彈性。經濟部並同步公告「能源用戶適用之範圍」、「公告能源使用說明書之格式及應記載事項」與「能源使用說明書審查規費收費標準」等相關配套法規。

該準則審查機制之擬訂業已歷經多年產業溝通，參酌各方建議，以簡政便民原則規劃執行。後續亦規劃了廠商輔導機制，以利法規施行及廠商遵行。透過該準則之執行，可促使產業進行能源效率最佳化之規劃及設計，提升產業能源效率，減少後續能源成本支出，不僅達成整體經濟最佳效率，亦有助於控制產業溫室氣體排放，達成兼顧能源、環保、經濟之 3E（Energy, Environmental, Economics）政策目標。



依「能源使用說明書」審查制度，未來新增或擴建大型投資生產計畫，全期規劃之用電契約容量，加計裝置容量達 2,000 瓩以上之自用發電設備（不含再生能源發電設備）容量，合計達 2.5 萬瓩以上者，於興建前規劃階段，須就未來能源使用之種類、數量、區位、效率進行評估，撰寫「能源使用說明書」，呈送主管機關審查，核准後始得興建。

其中，能源效率之審查以歐盟「工業排放指令（Directive 2010/75 on industrial emissions，簡稱 IED）」下之「最佳可行技術參考文件（Best Available Techniques Reference Documents，簡稱 BREFs）」作為標準。考量歐盟與我國之差異，並非前述所有「最佳可行技術（Best Available Techniques，簡稱 BAT）」均得在我國鋼鐵產業運用，茲將鋼鐵產業相關能源效率最佳可行技術中文化，並經專家諮詢後彙整成「能源使用說明書之格式及應記載事項」（請參閱附錄 2；節錄自網址 http://web3.moeaboe.gov.tw/ECW/populace/news/Board.aspx?kind=3&menu_id=57&news_id=4220），提供作為「能源使用說明書」之撰寫與審查參考，預計新增或擴建大型投資生產計畫之業者則可參考其製程技術項目及內容進行規劃。

3.2 低碳綠色製程最佳可行技術之選用及評估

依據歐盟整合污染及防制指令（IPPC Directive 96/61/EC of 1996.09.24）對最佳可行技術之定義如下：

- **最佳（Best）**：指以最有效率且達到或高於一定的水準來保護環境；
- **可行（Available）**：是指在一定的規模下可以被產業所採用，並評估其成本與技術上的優點，且在經濟上與技術上是可實行的。無論所採用的技術是現行技術或是目前尚在評估中的技術，只要這些技術是已經被合理的評估過，都可稱作可行技術。

- **技術（Techniques）**：可以包含所採用之技術本身或是機組之設計、建造、維修、操作與除役等各部份，在此都屬於技術之定義範圍。

依經濟部「能源開發及使用評估準則」之規定，開發單位在進行開發行為規劃時，需以最大能源效率和最小溫室氣體排放量為原則，並針對其新增或擴建廠採用之技術與國內外相同產業之技術進行比較說明。有關國際最佳可行技術相關資料，建議可參考歐盟整合性污染預防與控制局（The European Integrated Pollution Prevention and Control Bureau, EIPPCB）及技術工作小組（Technical Working Group, TWG）所研擬之最佳可行技術參考文件。其提供了許多產業之最佳可行技術資料，涵蓋電力、鋼鐵、水泥、煉油、化工業、造紙業等不同行業別，其內容不僅包含歐盟等國家的技術，也將美國、日本等國家所發展的相關技術納入。建議開發單位可參照歐盟最佳可行技術參考文件中，涉及能源效率提升及溫室氣體減量相關之技術內容進行製程規劃，說明新增或擴建製程（單元）相對於歐盟最佳可行技術採用情形，並與國內外相同製程（單元）之能源使用效率或單位溫室氣體排放量進行比較。

有關歐盟最佳可行技術相關內容，可至該網站（<http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/i&s.html>）下載，歐盟鋼鐵業最佳可行技術參考文件（目前適用版本為 BREF（2013））如圖 3.2-1 所示。故依「能源開發及使用評估準則」第 9 條規定，能源用戶屬石油煉製類或能源使用類者，其效率之內容，應符合其所列之最佳可行技術規定：二、製程技術項目（一）石油煉製類或能源使用類製程技術項目，應符合下列歐盟相同行業「最佳可行技術參考文件」適用版本所列示的「新設廠（New plants）」或「新設備（New installations）」能源效率相關之製程技術項目之內容及效率值。

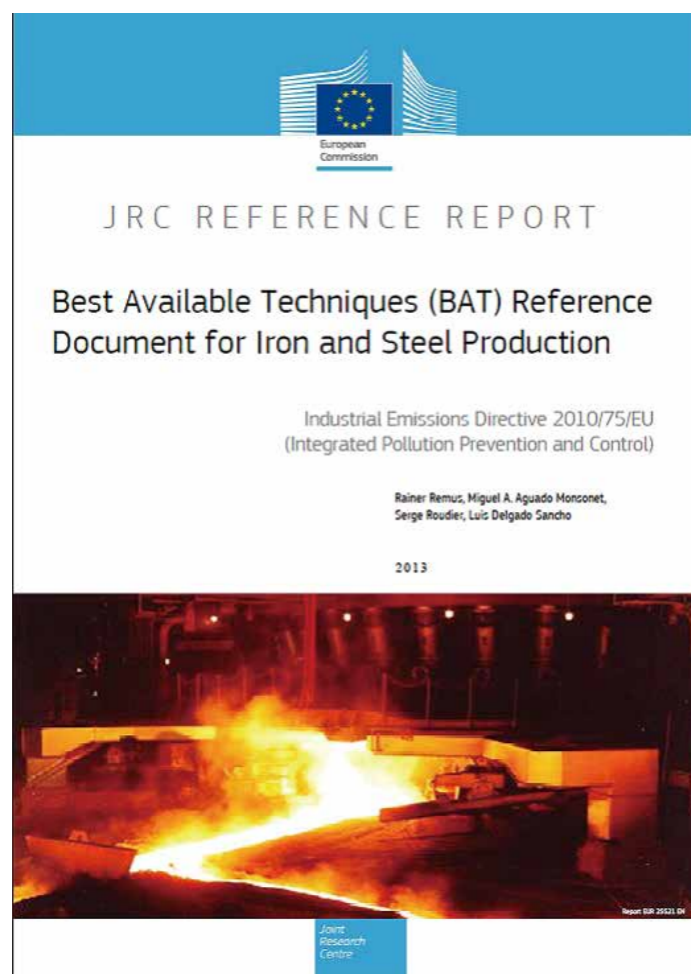


圖 3.2-1 歐盟鋼鐵業最佳可行技術參考文件

另外因最佳可行技術將隨時間精進，因此開發單位除承諾採用之最佳可行技術外，並需配合開發期程定期進行製程檢討，採用當時最新節能或溫室氣體減量之最佳可行技術。

1. 技術可行性

依「能源開發及使用評估準則」之「能源使用說明書」審查制度，共區分成電力類、汽電共生類、石油煉製類以及能源使用類（即製造業）等四類，鋼鐵業屬於「肆、能源使用類」。

(1) 製程技術項目

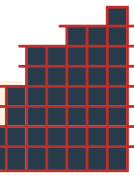
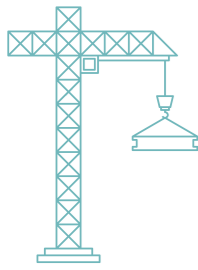
- A. 依附錄 1「能源開發及使用評估準則」附表三，能源使用類應符合歐盟鋼鐵業「最佳可行技術參考文件」適用版本（目前適用版本為 BREF (2013)）所列示的，「新設廠 (New plants)」或「新設備 (New installations)」能源效率相關之製程技術項目內容及效率值。
- B. 請參閱附錄 2「能源使用說明書之格式及應記載事項」第 96 頁。

(2) 公用設備項目

請參閱附錄 2「能源使用說明書之格式及應記載事項」第 96 頁 ~ 第 120 頁。

2. 經濟可行性

- (1) 依 2002 年 2 月「環境科學大辭典」針對 Best Available Technology (BAT) 之名詞解釋：
BAT 之全名應為「經濟可行之最佳現有處理技術」(Best Available Technology Economically Achievable, BATEA)
- (2) 依 2015 年 7 月「溫室氣體減量及管理法」第三條第二十八項：
最佳可行技術：指考量能源、經濟及環境之衝擊後，排放源所採行經評估已商業化排放量最少之技術。
- (3) 依上述文件所述，「最佳可行技術」之基本要件為「技術可行」，並且必須是在「經濟可行」的必要條件下。
- (4) 評估經濟可行性之主要依據是「資金成本率」。而「資金成本率」則須綜合考量「自有資金比率」及「長期借款比率」之「加權資金成本（稅前及稅後）」，基本上，已開發國家之「資金成本」較低，而開發中或未開發國家之「資金成本」較高；且已開發國家一般擁有技術優勢，以及能源、環境成本較高，故在已開發國家已普遍採行之最佳



可行技術 (Best Available Technology, BAT)，在開發中或未開發國家往往不一定經濟可行，此點在推動 BAT 應用時，必須特別小心謹慎。基本上，「內部投資報酬率」高於「資金成本率」者為經濟可行；反之，「內部投資報酬率」低於「資金成本率」者為經濟不可行。



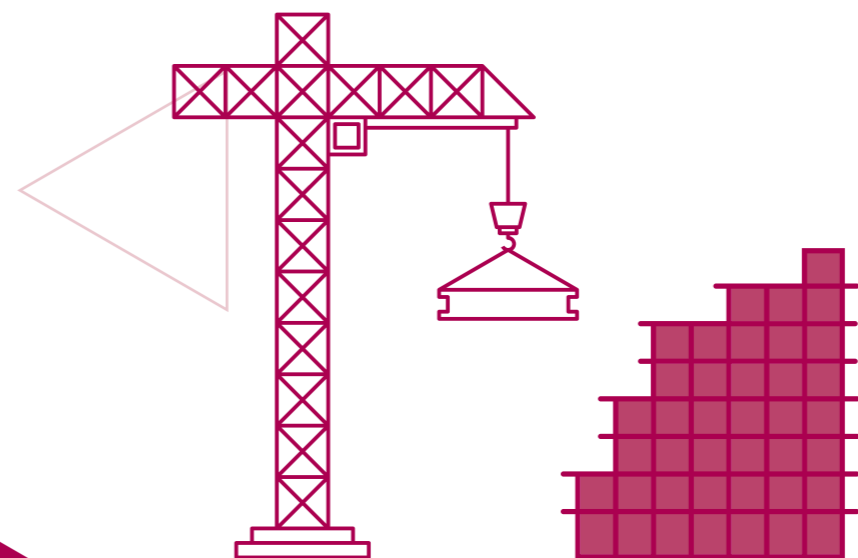
NOTE

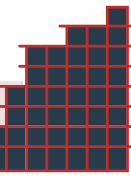
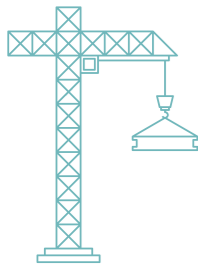
Handwriting practice area with horizontal lines and scattered geometric shapes.

鋼鐵業

低碳綠色製程技術選用評估彙編

▶ 四、低碳綠色製程 技術及實務案例



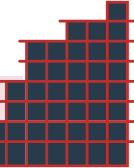
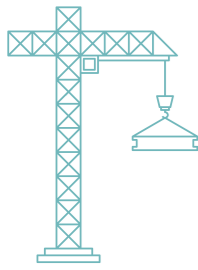


四、低碳綠色製程技術及實務案例

鋼鐵是人類文明與經濟發展不可或缺的重要材料，但由於自然界中並沒有天然的金屬鐵而只有氧化鐵，因此所有的新生鐵材（不含廢鋼）都得從天然的氧化鐵礦還原而得。氧化鐵的還原為一極耗能源的化學反應，目前最容易取得而且最便宜的能源兼還原劑就是「煤炭」，其反應生成物就是溫室氣體。因此當前所考慮的低碳綠色製程技術及溫室氣體排放減量，實際上就是探討如何節約能源，與如何提升能源效率，所以有關鋼鐵業製程之低碳綠色製程技術，擬參考歐盟針對最佳可行技術之評估。

歐盟針對最佳可行技術之評估，主要依照其「整合污染與防制指令（Integrated Pollution Prevention and Control, IPPC）」中，對各項已商業化之技術綜合評估其對環境之危害程度，並將經濟效益與能源效率等因素列入考量，以確保所選定之技術種類屬經濟可行，進而提出最佳可行技術參考文件（Best available techniques Reference document, BREF），作為歐盟成員國制定其國內相關法令之參考依據。茲將歐盟「整合污染與防制指令」中有關鋼鐵業之 BREF，彙整最佳可行技術資料如表 4-1 及圖 4-1 所示。

另外，針對我國鋼鐵業具推廣應用潛力與效益之低碳綠色製程技術，蒐集彙整相關技術資料與應用實績，提出實務應用案例，包括一貫作業冶煉製程（焦炭乾式淬火技術、高爐熱風爐廢熱回收技術）；電弧爐煉鋼製程（利用煉鋼溫鋼胚採直接軋延技術、空壓系統改善—增設變頻空壓機節能案例）；軋鋼製程（加熱爐採行蓄熱式燃燒器、退火塗覆線加熱爐應用輻射管節能裝置）；不鏽鋼煉鋼（電極棒控制系統汰換優化、廢熱回收—蓄熱式預熱器），供鋼鐵業作為能源效率提升及低碳綠色製程技術應用之參考。



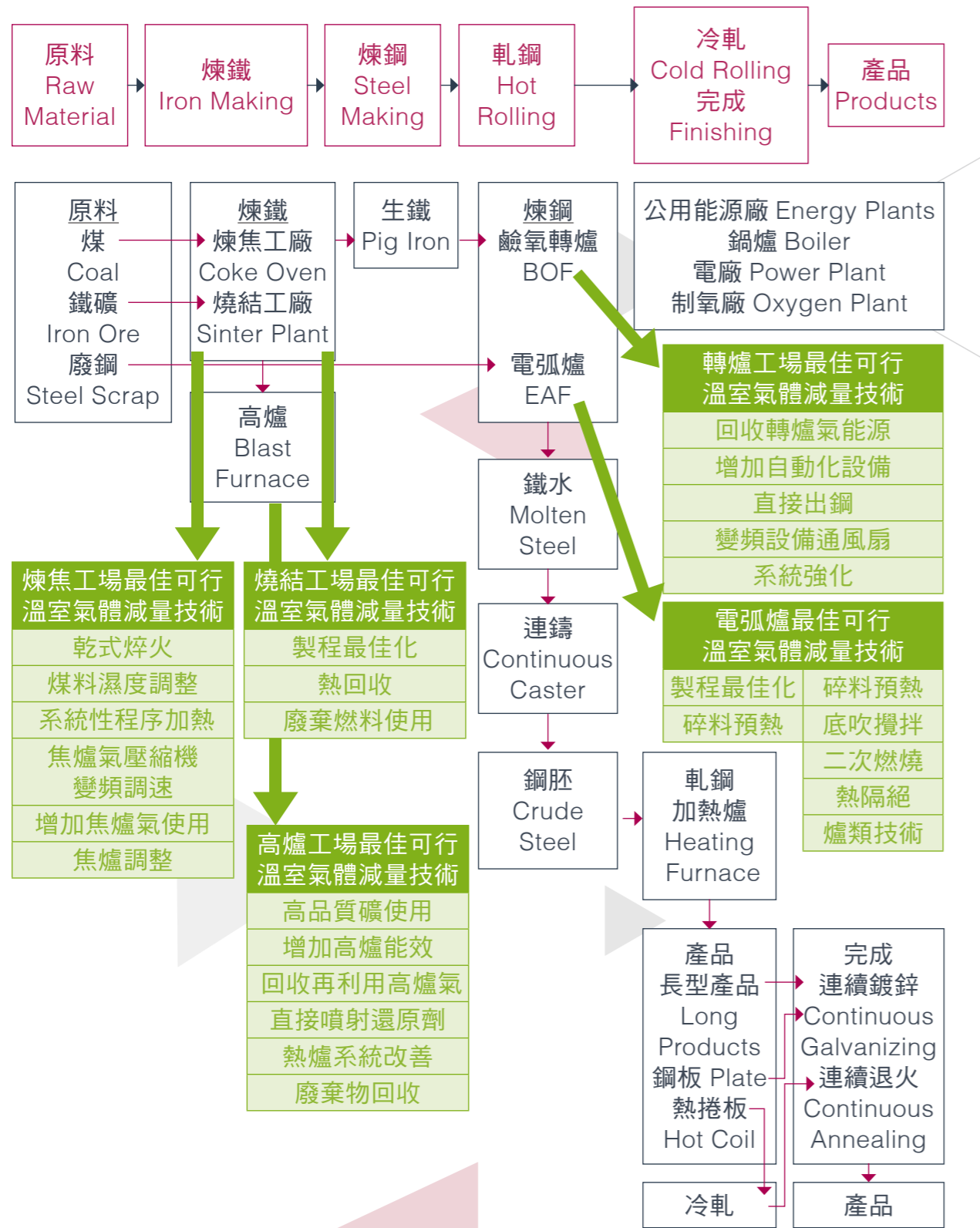
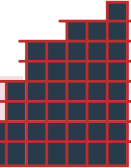
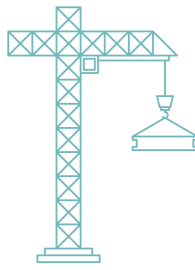
為推動節約能源工作，鼓勵業者進行廢熱與廢冷回收節約能源技術之研究及應用發展，經濟部另成立熱技術示範應用專案，並訂定「廢熱與廢冷回收技術示範應用專案補助要點」，以實質補助產業購置廢熱與冷回收相關設備，提升整體能源使用效率。

表 4-1 歐盟鋼鐵業 BREF 之最佳可行技術彙整表

製程名稱	減量技術大類	內含減量技術小類數量
一般性製程與技術 (general processes and techniques)	能源管理 (energy management)	1
	原料管理 (material management)	1
燒結工場 (sinter plant)	製程最佳化 (process optimization)	1
	熱回收 (heat recovery)	1
	廢棄燃料使用 (use of waste fuels)	1
煉焦工場 (coke oven)	乾式淬火 (coke dry quenching)	1
	煤料準備 (coal preparation)	1
	系統性程序加熱 (programmed heating)	1
	廢氣回收 (waste gas recovery)	1
	煉焦爐調整 (coke oven adjustment)	1
高爐工場 (blast furnace)	使用高品質礦料 (use of high quality ores)	1
	增進高爐能效 (increase of energy efficiency)	1
	回收再利用高爐氣 (recovery and use of BF gas)	1
	直接噴射還原劑 (direct injection of reducing agents)	1
	加熱爐系統改善 (improvement in hot stove)	1
	廢棄物回收 (recovery residue)	1

表 4-1 歐盟鋼鐵業 BREF 之最佳可行技術彙整表 (續)

製程名稱	減量技術大類	內含減量技術小類數量
轉爐工場 (basic oxygen furnace)	回收再利用轉爐氣 (energy recovery from BOF gas)	1
	增加自動化設備 (increased energy efficiency in the steel shop by automatization)	1
	直接出鋼 (direct tapping from BOF)	1
	變頻設備通風扇 (variable-speed on ventilation fans)	1
	監控系統強化 (improvement of monitoring and Control)	2
電弧爐工場 (electric arc Furnace)	電弧爐製程最佳化 (EAF process optimization)	11
	廢鋼預熱 (scrap preheating)	2
	底吹攪拌 (bottom stirring/stirring gas injection)	1
	二次燃燒 (post-combustion of the flue gases)	1
	熱隔絕緣 (insulation)	2
	爐類技術 (furnace techniques)	2
連鑄 (casting)	近終型連鑄 (near net shape casting)	1
新興減量技術 (emerging technologies)	一般性製程與技術 (general processes and techniques)	3
	煉焦工場 (coke oven)	1
	高爐工場 (blast furnace)	1
	轉爐工場 (basic oxygen furnace)	1
	電弧爐工場 (electric arc furnace)	2
	其他製程 (alternative process)	5



資料來源：行政院環保署「溫室氣體減量技術及成本應用評估與案例分析追蹤計畫」期末報告，2013年3月。

圖 4-1 鋼鐵業各製程最佳可行溫室氣體減量技術簡要圖說

4.1 一貫作業冶煉製程案例

1. 焦炭乾式淬火

(1) 焦炭乾式淬火工場 (CDQ) 之沿革¹

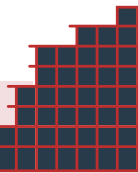
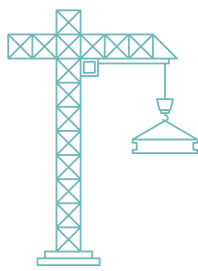
焦炭乾式淬火 (Coke Dry Quenching, CDQ) 的發展，至今約有九十幾年的歷史，而世界各國的煉焦場將焦炭濕式淬火改為乾式淬火的原因，亦各有不同。因此製程上的安排、最終產品的形態、產量及品質亦不相同。

西元 1919 年，瑞士 Gebruder Sulzer 建立了世界上第一座小型的焦炭乾式淬火之實驗工場。1920 年，瑞士蘇黎士煤氣工場 (Zurich Gas Works) 建立世界上第一座商業運轉之乾式淬火工場，產能為 27 噸焦炭 / 小時。

1960 年起，蘇聯因為天氣寒冷，氣溫低於冰點時，無法以冷水淬熄熱焦。Giprokoks 公司依照瑞士的乾式淬火型式，在蘇聯境內前後建立了 60 座左右的焦炭乾式淬火工場。

1973 年，能源危機發生，日本為了節約能源，回收熱焦炭廢熱，且為了防止空氣污染，率先引進蘇聯乾熄焦技術，並在裝置的大型化、自動控制和環境保護方面進行了有效的改善。1976 年，新日本制鐵公司 (Nippon Steel Corporation, NSC) 於 Yawata Works 完成日本第一座焦炭乾式淬火工場，當時產能為 56 噸焦炭 / 小時。到了 90 年代中期，日本已建置乾熄焦裝置 31 套。目前日本的乾熄焦技術不僅在其國內被普遍採用，同時也將乾熄焦技術輸出到德國、中國、韓國、台灣等國家，其乾熄焦技術已達國際領先水平。而中國大陸亦引進 NSC 型式淬火設備，自行發展建造，並列為重大發展項目，發展至今，已建置及建置中之淬火設備已超過 132 座。

¹ 資料來源：焦炭乾式淬火 (CDQ) 工場之沿革，引用自中鋼 CDQ 操作規範。



1983 年，西德 Thyssen 公司，為了預防污染，依據蘇聯型式的乾式淬火工場，在 ATH Works 興建兩座淬火爐，第一座於 1983 年 11 月完成，第 2 座於 1984 年 6 月完成試俾後運轉。其產能為每座 70 噸焦炭 / 小時，所產生的蒸汽（每座 36 噸蒸汽 / 小時，壓力 54.7Bar，溫度 455°C），送往 0.5 公里遠之 Hu-mborn 動力場作為發電用途。

1983 年，西德 Still-OTTO 公司，除要達到空氣污染防治和能源回收之目的外，為了要降低投資和操作成本，將傳統之乾式淬火爐作了改變，並於 1983 年 5 月完成 Hansa Works 之乾式淬火工場，產能為 60 噸焦炭 / 小時，產品為蒸汽（34 噸蒸汽 / 小時，壓力 14Bar，溫度 325°C），不發電。此一型態與以往乾式淬火爐不同之處，為傳統式之乾式淬火中熱量完全由循環氣體所吸收，再傳給鍋爐產生蒸汽。而 Hansa 之乾式淬火爐中增設許多鍋爐水管，水以自然循環之方式，直接吸收熱焦炭的熱量約達熱焦總熱量之 30%，其餘之 70% 熱量仍由循環氣體吸收。如此可以大大降低設備和管線之尺寸，相對地降低建廠和操作成本；但有一大缺點，即經過一段時間運轉，鍋爐水管易被焦炭尖銳之表面磨破。

1989 年，韓國浦項鋼鐵公司（POSCO）亦按照 Still-Otto 設計之乾式淬火場，興建完成兩座淬火爐，每座產能為 100 噸焦炭 / 小時，產品為蒸汽並可用以發電。

1988 年 8 月，A 公司按 Still-Otto 之乾式淬火工場型式，動工興建 A 公司三階乾式淬火工場，並於 1990 年 9 月起進行熱試俾。產能為 170 噸焦炭 / 小時，產品為蒸汽並用於發電（29,000kWh / 小時）。而 Still-Otto 於興建此座淬火設備後，因市場發展受限，未再繼續興建焦炭乾式淬火工場。

目前世界上焦炭乾式淬火設備以 NSC 型式為主流。A 公司於 2004 年開始興建四階焦炭乾式淬火工場，亦採用 NSC 型式淬火設備，並於 2006 年 11 月開始運轉。

2012 年 3 月，A 公司三階乾式淬火工場在操作 21 年後，停爐進行大修改造工程。此次大修工程除了主系統鍋爐及淬火爐仍按照 Still-Otto 型式翻修外，有幾項設備重新設計使用：

- （一）乾式淬火車焦桶及台車採用與四階乾式淬火工場相同之 NSC 圓形焦桶。焦桶橫移設備、加焦天車及加焦橫移設備亦因使用圓形焦桶而重新設計。淬火爐水封蓋啟閉橫移設備則自行設計更新。
- （二）汽輪發電機由全發電式汽輪發電機改為發電 7.5MW/hr，產出中壓蒸汽 85ton/hr、21kg/cm² 之背壓式汽輪發電機。因配合汽輪發電機更換型式，次節煤器及脫氧櫃容量加大。冷卻水塔配合撤掉 1/3 座，作為增設除礦水槽用地，冷卻水系統重新計算容量。

(2) A 公司焦炭乾式淬火製程概述

A 公司煉焦工場製程如圖 4.1-1 所示，由 W1 煤堆輸送至混合倉配煤後，再將煤炭輸送至煉焦工場，經過煉焦爐乾餾煤炭 18 小時煉成焦炭後，最後將熱紅的焦炭經淬火冷卻後，由輸送皮帶送往高爐。

煉焦爐之焦炭淬火方式分為濕式淬火及乾式淬火，濕式淬火是將煉焦爐中推出的熱焦炭，放置在濕式淬火車廂中，載運到濕式淬火塔下方，以水淬冷後卸至焦台，再以刮焦機卸至皮帶上送往高爐。

而乾式淬火則是將煉焦爐中推出的熱焦炭，放置在乾式台車上的焦桶中，由淬火車頭拖運至乾式淬火工場，交給橫移裝置，再由天車將焦桶吊至乾式淬火工場之淬火爐上方，加入淬火爐中。熱焦炭在淬火爐內慢慢下降時，將熱量交給冷卻循環氣體，進入鍋爐加熱鍋爐水，產生高溫高壓的過熱蒸汽，推動渦輪機發電及中壓蒸汽，淬火爐內焦炭逐漸冷卻至 200°C 以下，再由底部之卸焦出焦設備定量卸至輸送皮帶上，送往高爐；卸完熱焦之空焦桶再由天車吊回橫移裝置，轉運回乾式台車上繼續接焦。A 公司三階 / 四階 CDQ 之設備規格如表 4.1-1 所示。

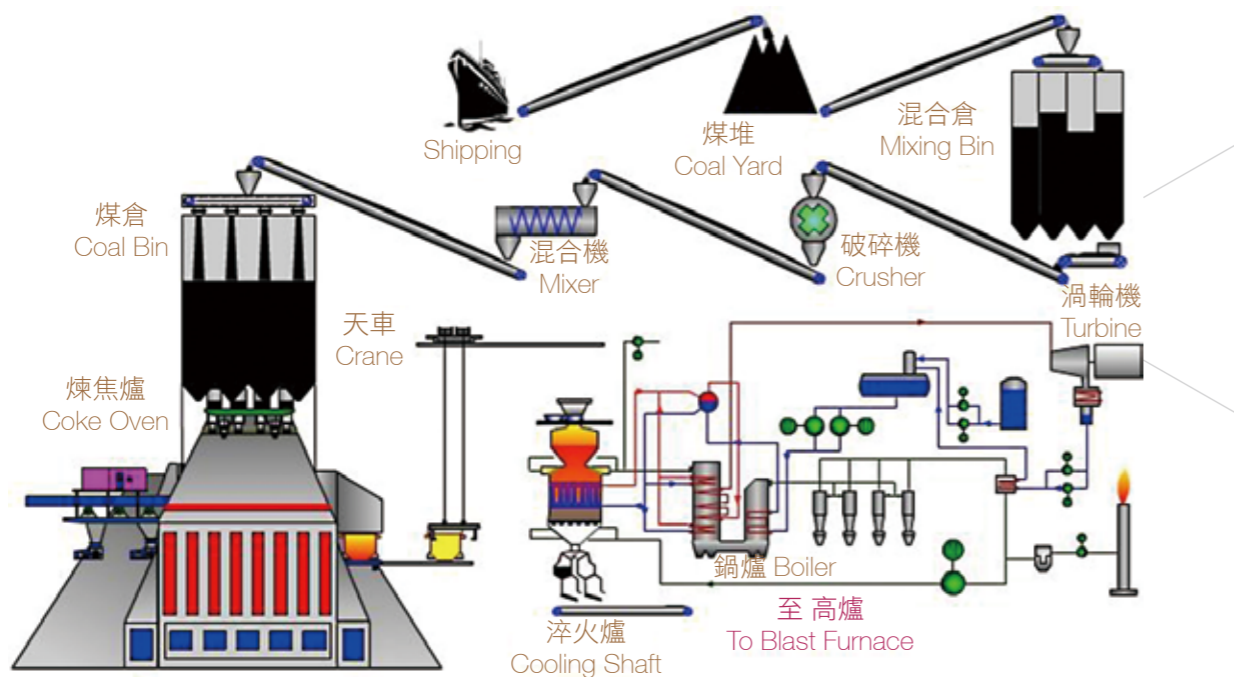


圖 4.1-1 煉焦製程

表 4.1-1 A 公司三階 / 四階 CDQ 設備規格

項目	單位	三階	四階
建廠時間	-	1990.09.14	2006.10.30
建造公司	-	STILL OTTO	NSC
儲焦室體積	m ³	630	550
冷卻室體積	m ³	1,368	790
焦炭處理能力	ton/hr	170	160
卸焦溫度	°C	< 200	< 180
冷卻循環風量	Nm ³ /hr	170,000	210,000
冷卻循環風壓	mm Aq	200	670
冷卻循環風馬達功率	kW	650	1,350
高壓蒸汽量	ton/hr	102.1	88
蒸汽壓力 / 溫度	kg/cm ² /°C	91/510	95/520
發電量 / 小時	MW	7.5	7.5

(3) 焦炭乾式淬火原理及乾式 / 濕式淬火的比較

CDQ 生產原理 (如圖 4.1-2) 主要是將 1,050°C 的熱焦炭放到淬火爐中，利用冷循環風將熱量帶到鍋爐區，再將鍋爐水加熱轉換成蒸汽，蒸汽又用以發電，或將蒸汽出售給下游使用。

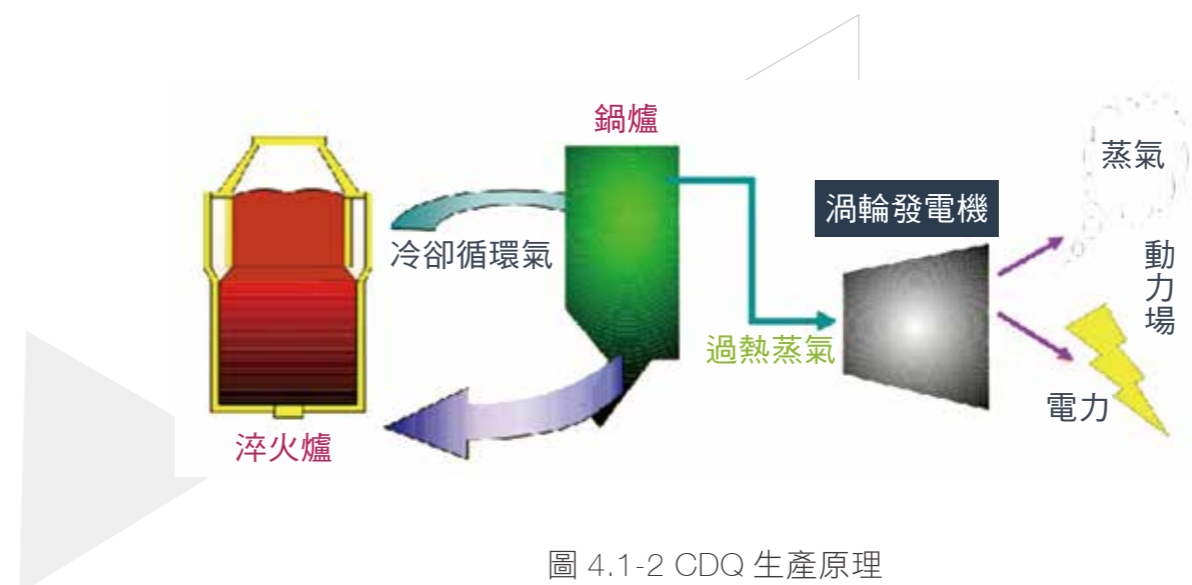
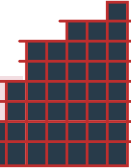
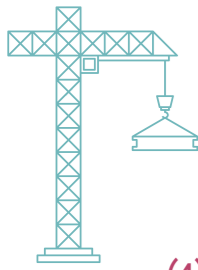


圖 4.1-2 CDQ 生產原理

表 4.1-2 乾 / 濕淬火的比較

	濕式淬火	乾式淬火
原理	以水冷卻熱焦	以循環氣體冷卻熱焦，熱能回收至鍋爐。
媒介	工業用水	循環氣體
節能	-	蒸汽 0.621 噸 / 噸 - 焦炭 發電 48.9 度 / 噸 - 焦炭
防制措施	塔頂粒狀物攔截設施 (泰勒環堆疊 / 噴水洗滌)	袋式集塵器
佔地	2,694 m ²	9,506 m ²
設備	淬火塔 / 沉澱池 / 焦台 / 濕式淬火車廂	淬火爐 / 鍋爐 / 發電機 / 冷卻水塔 / 氣輸系統 / 空壓機 / 乾式淬火桶 / 加藥系統 / 控制系統
歲修	無需歲修	每年需配合設備年度檢查，安排歲修 6~8 週，歲修時需有備用淬火系統。



(4)結語

一般而言，CDQ 也被歸類於汽電共生的一種。所謂汽電共生通常主要目的是蒸汽，而非發電，只是利用蒸汽額外的能量進行發電，以獲得更高的熱效益。以台電的火力發電機組而言，熱效率鮮少超過 40%，而汽電共生的熱效益可高達 80%。CDQ 在汽電共生中很特殊，主要目的是將廢熱轉換出來，而最終到底是要產生電力或是蒸汽，是可以選擇的。

近年來環保意識抬頭，各大工業國家無不在節能減碳這議題著眼，尤其是高耗能、高污染的重工業無不重資研發新製程或改善設備。而 CDQ 能提高焦炭強度和降低焦炭反應性，對高爐操作有利，同時降低濕式淬火時所需的淬火用水量及淬火後對大氣的污染。另外焦炭乾式淬火可回收焦炭顯熱，進而產生蒸汽、發電，大大降低了煉焦耗能。

2. 高爐熱風爐廢熱回收

煉鐵製程中，熱風爐是用來供應高爐所需的熱鼓風，是燃燒高爐氣（Blast Furnace Gas, BFG）與煉焦爐氣（Coke Oven Gas, COG）混合燃料，將冷鼓風升溫到高爐操作所需的溫度，燃燒後排出的廢氣溫度在 250°C ~ 350°C，直接由煙囪排放，將造成熱能的浪費。若能回收利用來預熱空氣及 / 或燃氣，可獲得節省熱風爐能源的效果，此為目前熱風爐廢熱回收方式。高爐、熱風爐與廢熱回收裝置的配置如圖 4.1-3 所示。

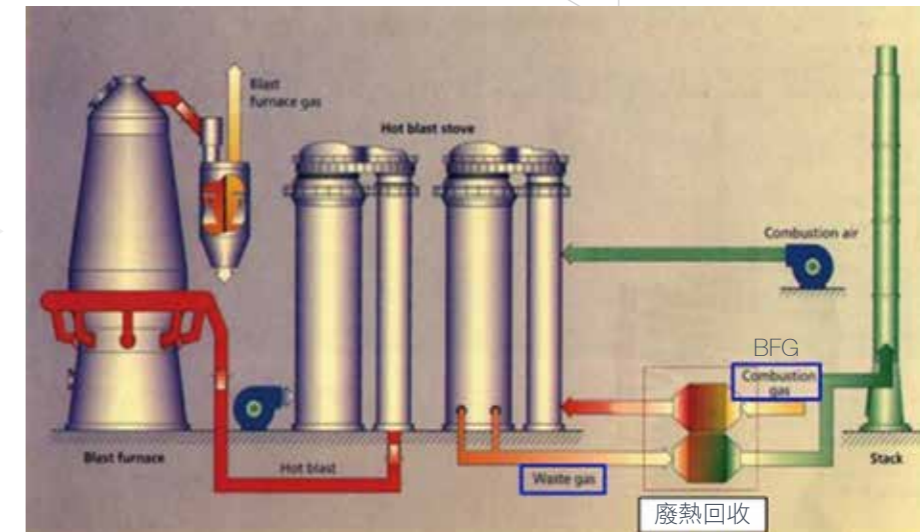


圖 4.1-3 高爐熱風爐廢熱回收系統流程圖

廢熱回收主要以熱交換器作為冷熱流體間的熱量傳遞，目前回收熱風爐的廢熱主要有兩大商業化技術，分別為熱管式與熱媒油式，其優劣點與熱傳特徵比較如表 4.1-3。熱媒油式採單相對流熱傳之熱交換器，其熱傳係數約為 32kcal/m²K，而熱管式採兩相對流熱傳之熱交換器，熱傳係數約為 50kcal/m²K，其熱交換效率優於熱媒油式。熱管式的設備較為簡易，只有熱交換器與相關管件閥門，而熱媒油型式通常須再新增油槽、加熱器、除水裝置等相關設備，設備管理與操作相對較複雜；兩相比較，熱管式具備操作簡單、維修容易等優點。綜上所述，熱管具有熱傳效率高且相對可靠，為目前一貫化鋼鐵冶煉熱風爐製程中常使用的廢熱回收方式。

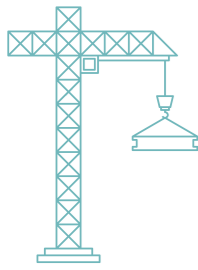


表 4.1-3 高爐熱風爐廢熱回收技術評比表

項目	熱管式	熱媒油式
優缺點	僅預熱 BFG，不需加裝燃燒爐亦可單燒 BFG；設備少，維修簡易。	預熱 BFG 與 Air，但廢熱回收效率反較低，若欲單燒 BFG，則燃燒爐須多耗燃料；設備多，維修困難。
熱傳機制	兩相對流熱傳（高熱傳效果）	單相對流熱傳
熱回收效率	51.3 %	47.1%
緻密度	29,565 kcal/m ³ ·hr、13.6 m ² /m ³ （緻密度較高）	29,302kcal/m ³ ·hr、5.76 m ² /m ³
流體壓損增加	BFG 增壓 41mmAq、廢氣壓損增加 41mmAq。	BFG 不須增壓（TRT 出口不須升壓）、Air 增加 75mmAq、廢氣增加 41mmAq。
系統可靠度	設備單純、有煙道旁通設計、對熱風爐影響技術把握佳。	設備複雜、熱媒油旁通流道設計、對熱風影響技術把握普通或不佳、設計保守。
設備壽命影響因素	熱管製造品質與操作溫度是否超出設計允許範圍是兩大影響熱管壽命因素、無腐蝕問題。	低溫硫酸腐蝕是影響壽命主要因素、預期壽命較短。
總評語	技術可靠度佳，整體而言系統設計與熱回收效率較佳。	技術可靠度普通或欠佳。

熱管的工作原理示意如圖 4.1-4 所示。基本上，熱管是「一支能迅速傳送熱量之金屬管」，內部抽真空，並以水作為工作流體，管內並設計毛細管機構。熱管熱交換原理是利用水汽化凝結的物理現象，為兩相熱傳。當管內的工作介質吸收熱流體之熱量後，由液態轉變為汽態，蒸汽沿著熱管向冷卻端移動，並將早先吸收的汽化熱釋放給冷流體後凝結，經由毛細管機構以毛細作用回流到加熱端，如此即完成一個熱傳循環，並持續反覆進行熱交換。熱管的工作溫度則維持在可進行熱吸收與熱釋放的平衡溫度。為了使熱交換效率最大化，熱管通常配上外圈較大的鰭片（radial fins），以提高傳熱面積，儘可能在固定空間內加入更多的熱管。



圖 4.1-4 熱管工作原理示意圖

於熱風爐的廢氣管路上增設廢熱回收裝備，用來預熱燃燒空氣與 BFG 燃料，藉此提高空氣與燃料的顯熱，使熱風爐可以單燒 BFG 即可達到高爐所需要的熱鼓風，除減少高爐氣用量外，也降低使用高熱值燃料輔助燃燒的需求，達到節能減碳的目的。

B 公司自 91 年起便逐步引進熱風爐廢熱回收設備，目前四座高爐均已設置熱風爐廢熱回收設備。以四號高爐為例，設備架構如圖 4.1-5 所示，實體安裝照片如圖 4.1-6 所示，熱管式熱交換器共有兩套，分別預熱高爐氣與燃燒空氣；每一套熱交換器各有四座熱管模組。BFG 熱交換器內共設置 4,324 根熱管，空氣熱交換器內共設置 2,944 根熱管。目前四套熱風爐廢熱回收設備應用效果如表 4.1-5 所示，由表中可看出經由廢熱回收設備，熱風爐排放煙氣的溫度及廢熱已大幅降低，由廢氣中所取出的熱量，則大幅提升 BFG 與空氣的溫度。所回收的熱能相當多，充分達到低碳生產之目的。

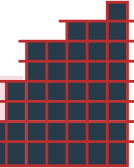
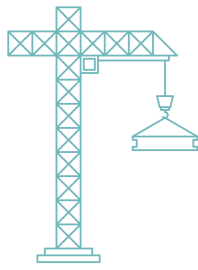


表 4.1-4 B 公司高爐熱風爐廢熱回收應用說明

高爐別	開始運轉日期	預熱氣體	流量 (Nm ³ /hr)	預熱溫度 (°C)	回收熱能 (kW)
No.1 BF	91 年 99 年	BFG	156,945	20 → 270	15,615
		AIR	142,720	28 → 338	16,260
No.2 BF	95 年	BFG	171,562	29 → 261	16,000
No.3 BF	93 年	BFG	220,040	22 → 277	22,600
		AIR	145,153	42 → 277	12,500
No.4 BF	96 年	BFG	204,118	40 → 321	23,900
		AIR	135,723	41 → 321	14,500

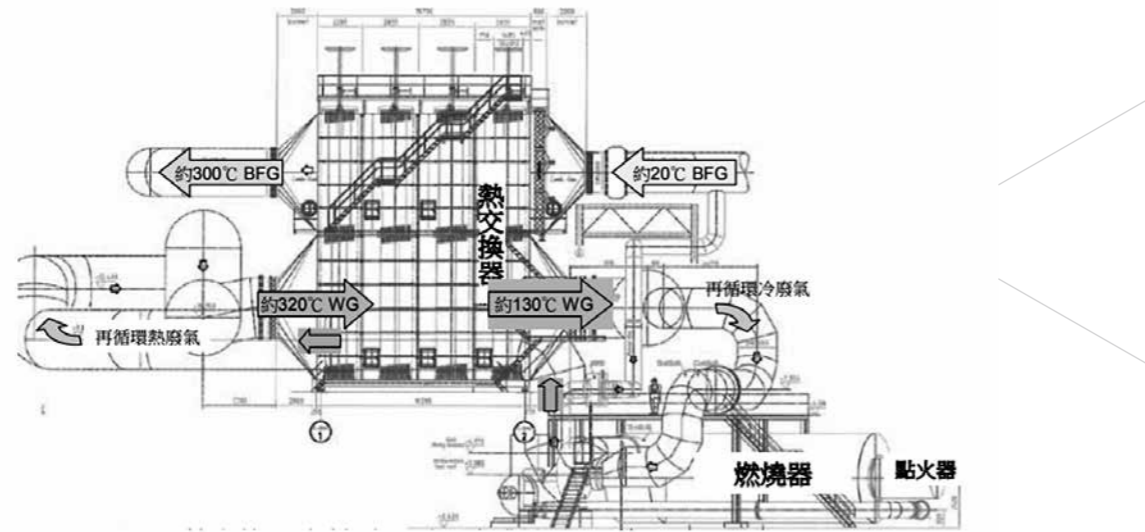


圖 4.1-5 熱風爐廢熱回收設備架構圖

廢熱回收現場

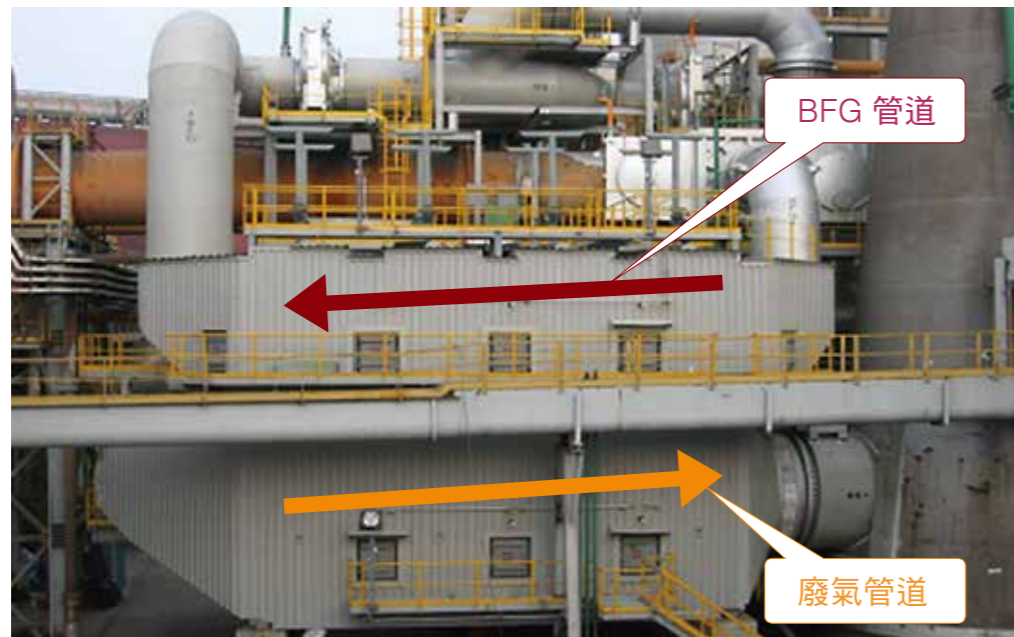


圖 4.1-6 高爐熱風爐廢熱回收系統實體照片

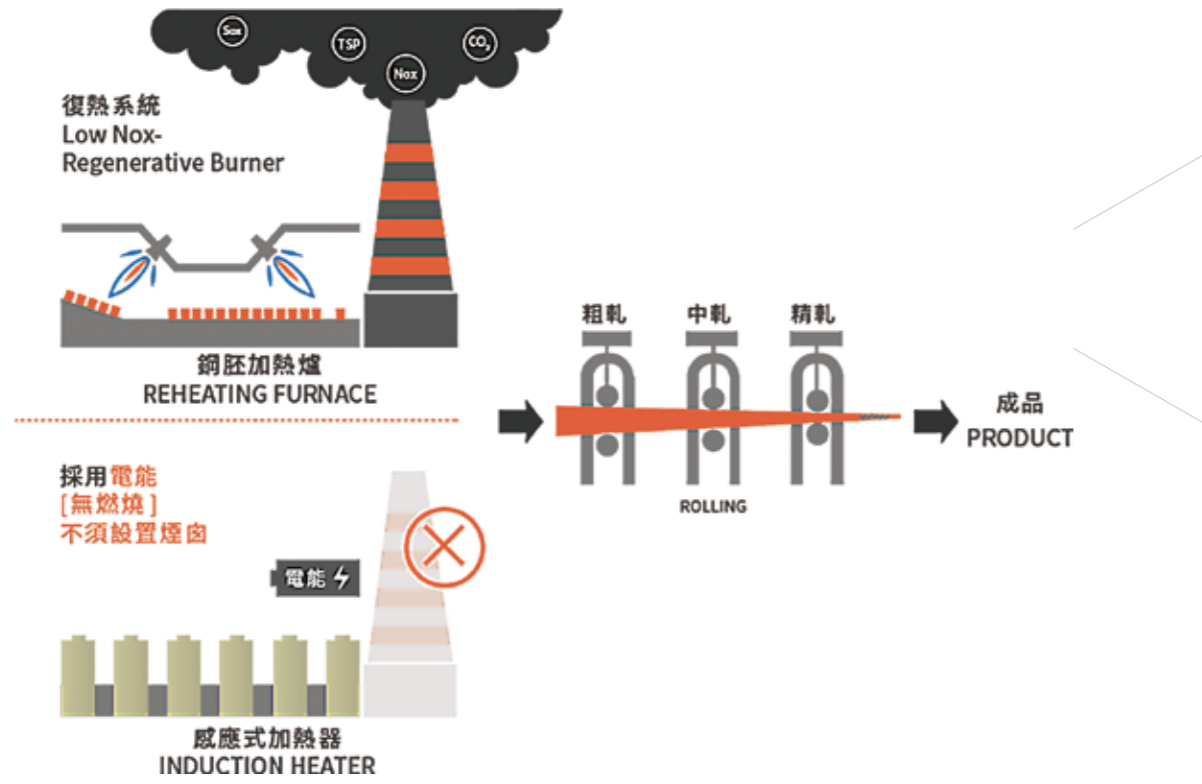
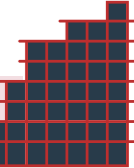
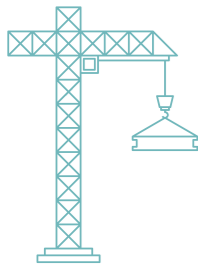
4.2 電弧爐煉鋼案例

1. 利用煉鋼溫鋼胚，採直接軋延

(1)前言

電弧爐煉鋼主要以廢鋼為原料，經熔解、氧化、還原等三階段，於出鋼前熔煉中加入石灰、鎂球、焦炭等副原料，經精煉爐調整成分及溫度後，再進入連鑄機之鋼水分配器澆鑄成型為鋼胚。經煉鋼澆鑄成型之鋼胚，將其送至軋鋼工場加熱爐，再經軋延、冷卻、切斷後成為各種規格之鋼材。

較為常見之軋鋼用加熱爐為動樑式或推鋼式加熱爐，其傳統式加熱爐需使用重油或天然氣，而最新環保節能技術係採用直接軋延技術，其搭配使用感應式加熱爐（電力），不須廢氣排放管道，且沒有加熱爐最大的好處，在於無需使用重油、天然氣等燃料燃燒加熱，如此與傳統製程相比較，能大量減少能源耗用及燃燒過程中所產生的污染排放。沒有加熱爐的直接軋延製程，約可較單軋廠之製程節省 29.8 公升重油 / 噸鋼筋之能源耗用。傳統加熱爐與感應式加熱爐之比較如圖 4.2-1 所示。



資料來源：東○鋼鐵 105 年企業社會責任報告書 (CSR)。

圖 4.2-1 傳統加熱爐與感應式加熱爐之比較

(2)改善前

由於 B 公司煉鋼工場與軋鋼工場興建時程不一，且生產鋼筋之軋鋼工場已投產近 40 年，設備已較為老舊及不符現代工安要求。因此擬新建新的鋼筋軋鋼工場，針對公司鋼筋工場軋鋼製程進行全面性改造，改為直接軋延，以創新製程規模化生產，整合煉軋，利用煉鋼能源，降低加熱爐燃油使用，節省能耗。B 公司電弧爐煉鋼系統改善前狀況如圖 4.2-2 所示。

由於煉鋼一廠與舊鋼筋廠之軋延產能差值太大，供給之熱胚無法全部送進軋鋼廠軋延，使部分鋼胚得靜置至冷卻後，再載運至其他軋延工廠進行軋延，浪費之熱能無法使用。因此將軋鋼工廠汰舊換新，採直接軋延技術，同時配合其他軋鋼製程之產能調配，提升能源使用效率，達到減少溫室氣體排放之目的。

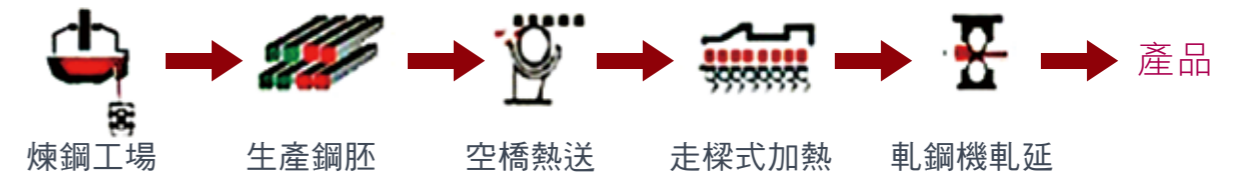


圖 4.2-2 B 公司電弧爐煉鋼系統改善前狀況

(3)節能做法

由於原鋼筋軋鋼工場，設備已使用近 40 年，受限現有設備操作能力，最大產能無法與煉鋼工場匹配，因此煉鋼工場生產的熱胚無法全部提供鋼筋軋鋼工場耗用，多數鋼胚須靜置冷卻，浪費能源。因此新建鋼筋工場進行位置調整，以利節能減排，並採直接軋延（利用電感應式加熱爐均溫鋼胚表面溫度後直接軋延），使煉鋼工場熱胚直接作為鋼筋工場軋延使用，降低目前使用冷胚軋延之現象，可有效節省能耗。

改造後鋼筋工場之生產設備，將由重油加熱爐改為電感應式加熱爐 1 座及天然氣加熱爐 1 座。電感應式加熱爐設置於連鑄熱送線上到軋延機前，利用線圈高速加熱鋼胚，提高鋼胚表面溫度，均勻化鋼胚溫度，補償能量到正確溫度，使鋼胚直接入軋。天然氣加熱爐則為節能的步進式加熱爐，爐體設計功能以連鑄熱胚保溫為主，以輔助直接軋延作業，提升熱胚耗用率。其中天然氣加熱爐之設置為備用系統，當電感應式加熱爐故障或維修時，得以在不影響生產下繼續軋延作業。改造後電弧爐煉鋼系統節能做法如圖 4.2-3 所示。

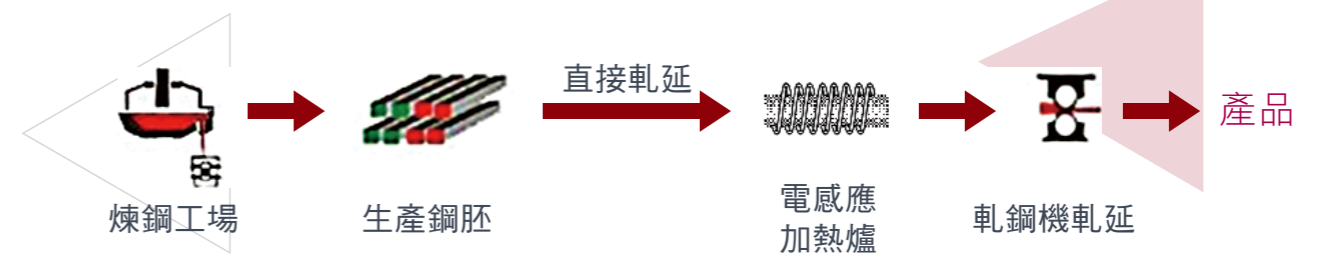


圖 4.2-3 改造後電弧爐煉鋼系統節能做法示意圖

2. 空壓系統改善—增設變頻空壓機節能案例

(1)前言

C 公司空壓系統使用量變化大，經常在一個用量突波就會使 700hp 空壓機自動啟動，但增加 1 台運轉後，卻又變成過剩而有卸載輕載等電力效能虛耗情形。而自動啟動後無法自動停機，待人員關機時已運轉一段時間，且離心式空壓機開關頻繁則易造成設備組件耗損，降低壽命。

(2)改善前

A. 改善前空壓系統配置如圖 4.2-4 所示。

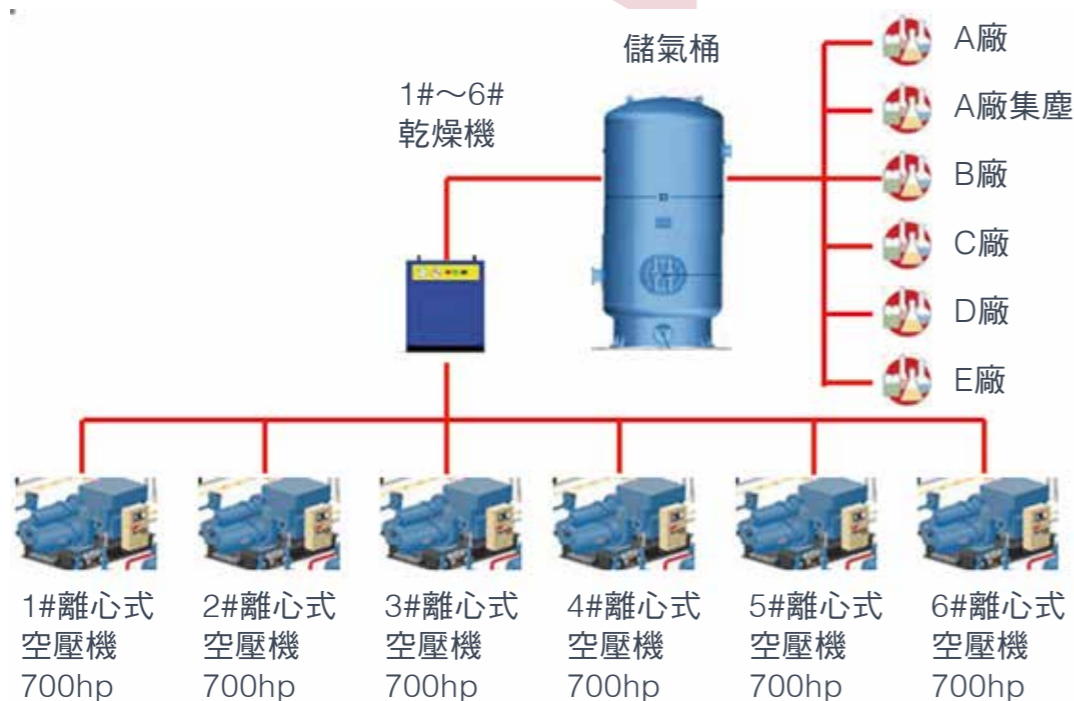


圖 4.2-4 空壓系統配置圖

B. 改善前空壓系統狀況

運轉級距過大，例如四廠生產應只需 3,100hp，但每次啟動級距 700hp，運轉大於需求即是浪費。

表 4.2-1 空壓系統運轉狀態表

編號	IR-C1	IR-C2	IR-C3	IR-C4	IR-C5	IR-C6	運轉合計
馬力	700hp	700hp	700hp	700hp	700hp	700hp	
五廠生產	△	●	●	●	●	●	3,500hp
四廠生產	△	●	●	●	●	●	3,500hp
三廠生產	△	●	●	△	●	●	2,800hp
二廠生產	△	△	●	△	●	●	2,100hp
一廠生產	△	△	●	△	●	●	2,100hp

註：● = 運轉；△ = 待機。

(3)節能做法

A. 空壓系統節能改善構想如圖 4.2-5 所示。

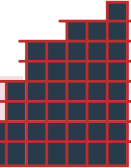
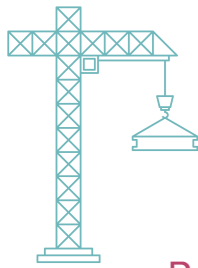
改善前供給方式

↓
吃到飽
↓
浪費

改善後供給方式

↓
吃得剛剛好
↓
節能

圖 4.2-5 空壓系統節能改善構想



B. 改善重點

- a. 增設 2 只 50m³ 的蓄壓桶加大系統緩衝量，防止用量突波致系統瞬間壓降造成不必要之運轉。
- b. 增設變頻空壓機調節變動用量，以減少 700hp 空壓機非全載的啟動運轉，達到節省電力效果。

C. 空壓系統改善前數據蒐集

以測量儀器進行線上連續性監測並記錄變動量，運轉模式與測量方法如表 4.2-2 所示。

表 4.2-2 空壓系統運轉模式與測量方法

生產模式	時間週期	空壓機運轉量	量測方法說明
尖峰用電減產期 (煉鋼停產)	11:00~17:00 (週一至週六)	700hp x 7 台 = 2,800hp	3 台 100% 全載運轉，保留並集中於 1 台調節，用於記錄變動量。
全能生產期	17:00~11:00 (週日全天)	700hp x 5 台 = 3,500hp	4 台 100% 全載運轉，保留並集中於 1 台調節，用於記錄變動量。

D. 實際改善做法

- a. 調變台空壓機均用量總變動區間為 34.61m³/min ~ 62.98m³/min，經換算馬力為 280hp ~ 525hp。
- b. 總平均值為 52.5m³/min，經換算馬力為 438hp。
- c. 調變量需求為 438hp，但現況以 700hp 運轉，意即有 262hp 因調節排放而浪費。
- d. 選用 300hp 變頻螺旋式空壓機 1 + 1 台搭配方式，使 0 ~ 700hp 間的級距無落差。改善後空壓系統配置如圖 4.2-6 所示，滿足 280hp ~ 525hp 的變動需求量。

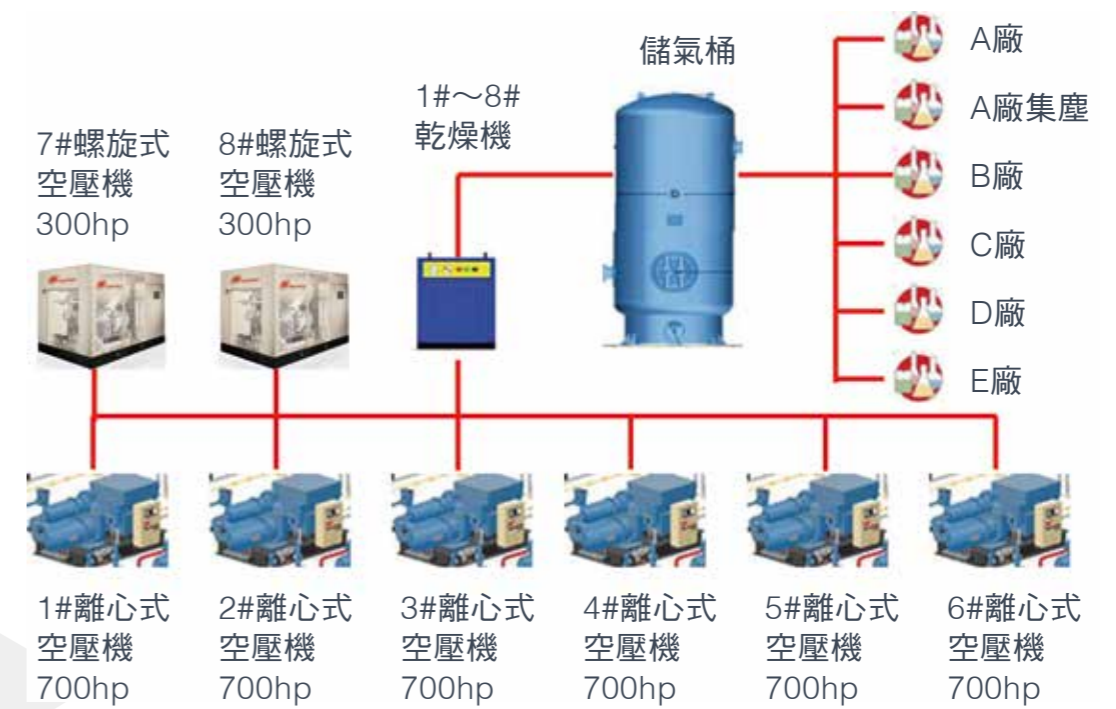


圖 4.2-6 改善後空壓系統配置圖

4.3 軋鋼製程案例

1. 加熱爐採行蓄熱式燃燒器

鋼胚為鋼鐵半成品，仍須經由軋延再製造成各類鋼品。鋼胚進入軋延工場軋延時必須等待生產排程，於此閒置時間，鋼胚溫度會因冷卻而下降，必須利用加熱爐將其加熱到適當溫度後再進行軋延，因此，加熱爐是軋鋼製程中最主要耗熱能設備之一。典型的加熱爐製程如圖 4.3-1 所示，鋼胚由進料輥輪送至進料爐門後，經由動樑 (walking beam) 的輸送，將鋼胚由無火區、預熱區、加熱區與均熱區，逐步升溫至軋延所需溫度後出料。傳統的燃燒系統，大多於最末端採用復熱器 (recuperator) 回收煙氣廢熱來預熱燃燒空氣，但受限於復熱器的材質，一般所能回收的熱能受限，燃燒空氣溫度最多提升到 650°C 左右。

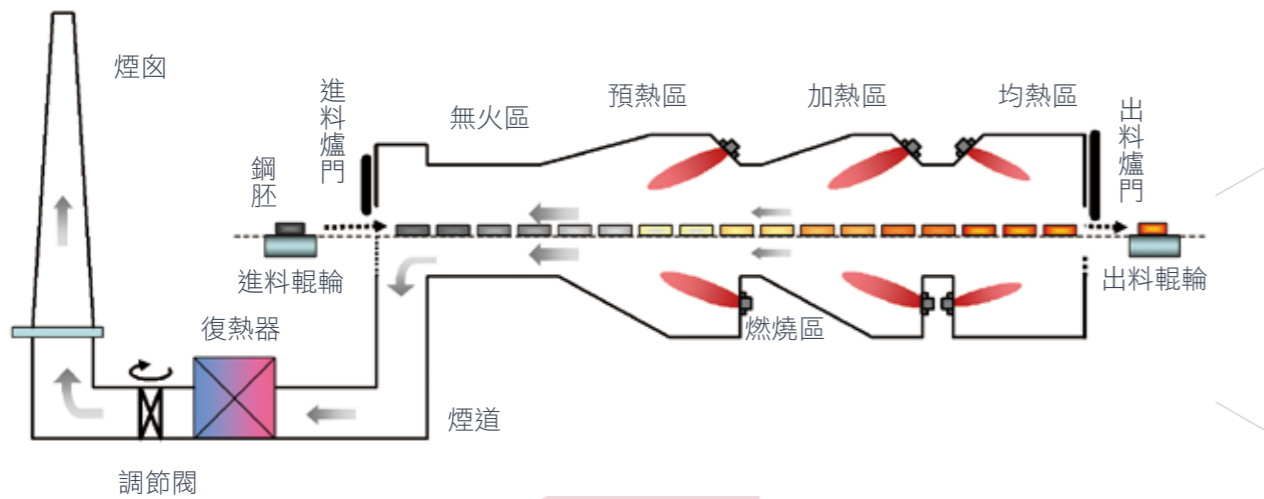
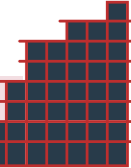
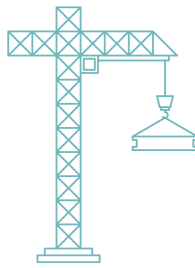
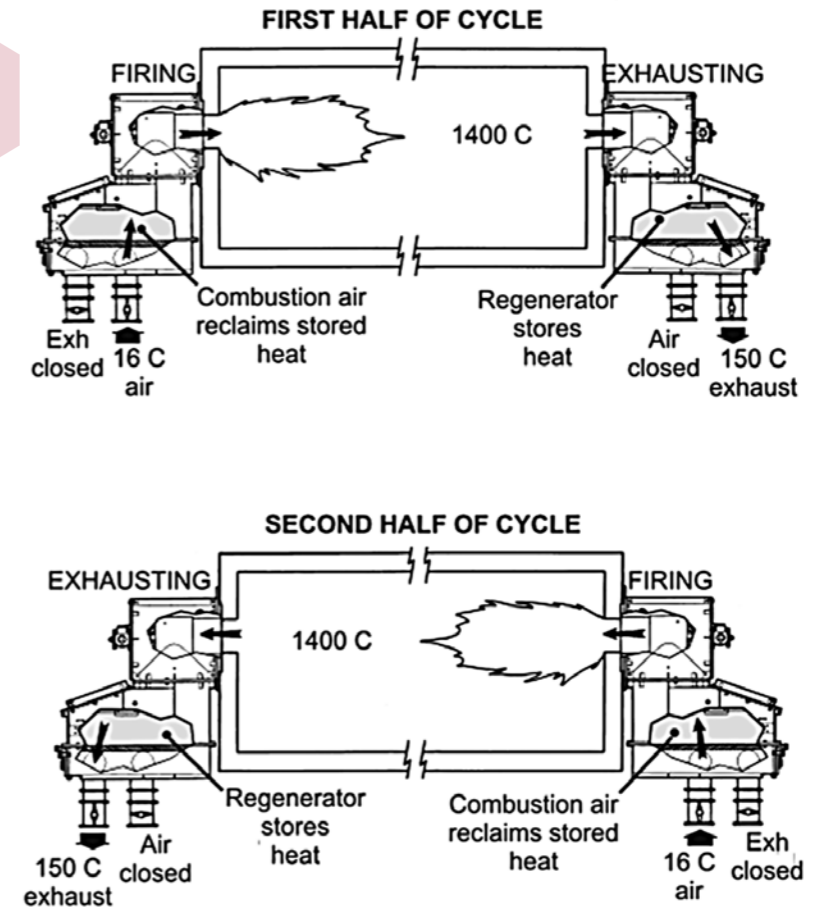


圖 4.3-1 典型的加熱爐製程示意圖

蓄熱式燃燒技術是近年逐步受到重視與採用的技術，其工作原理與熱風爐及玻璃窯爐類似，差異在於蓄熱體小型化且與燃燒器整合成一個套件。蓄熱式燃燒器構造與運作方式如圖 4.3-2 所示，一個蓄熱式燃燒器主要由上方的燒嘴與下方的蓄熱箱所組成，由於蓄熱式燃燒系統需切換操作，因此通常採成對配置。當左側燒嘴燃燒時，右側的燒嘴則將煙氣吸出，高溫煙氣流經其下蓄熱箱，煙氣熱能即被蓄熱體（陶瓷球或是陶瓷蜂巢磚）儲存，並以低溫排出。經一設定時間後切換操作，右側燒嘴改為燃燒，空氣流經其蓄熱體預熱成高溫空氣，左側燒嘴則變成吸出廢氣並蓄熱，如此切換形成循環。

由於蓄熱體可承受溫度極高，因此冷空氣可經由蓄熱體加熱升溫到爐溫的 90% 左右，即爐溫若為 1,400°C，則燃燒空氣可經由蓄熱體升溫到 1,260°C。而一般通過蓄熱體後的煙氣溫度會控制在 150~200°C 左右，因此採用蓄熱式燃燒的系統效率會明顯高於復熱器的系統。

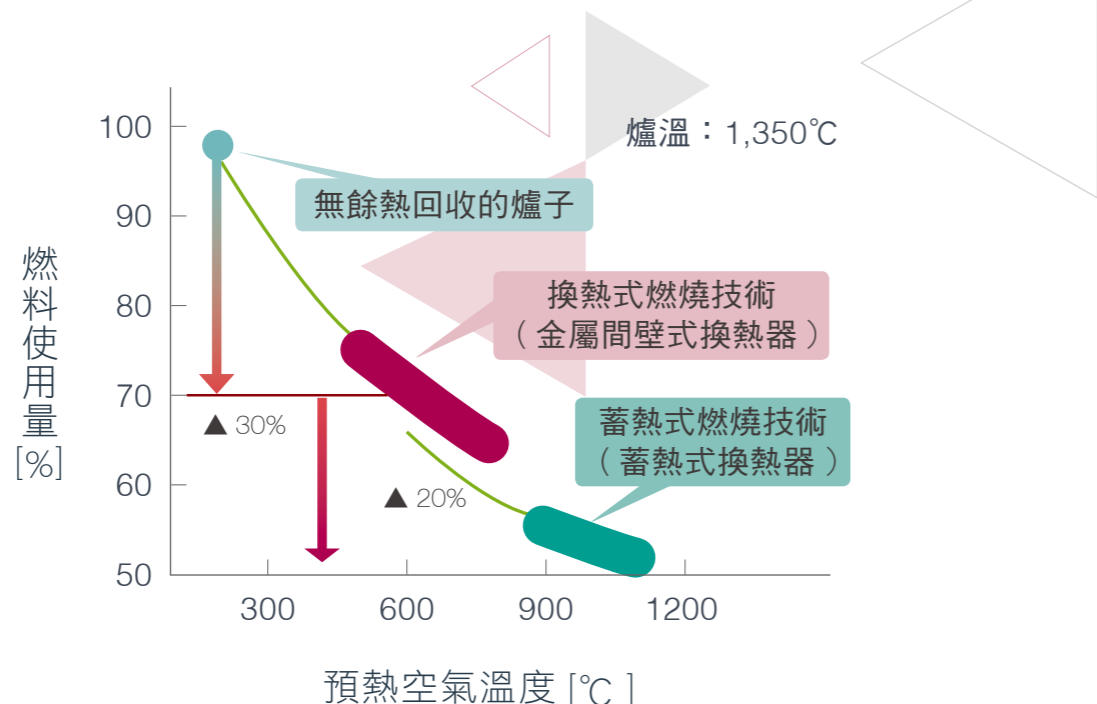


資料來源：five north American, TwinBed II Regenerative burners handbook supplement 254-SI.

圖 4.3-2 蓄熱式燃燒器與運作方式

由於蓄熱式燃燒系統採成對切換操作，因此配置的燒嘴熱容量須為實際熱需求的兩倍，才可提供足夠的熱量。儘管如此，蓄熱式燃燒可有效提高爐溫，進而提升加熱爐的熱傳效率，且蓄熱式燃燒成對切換操作的特性，也可將爐內氣流充分擾動，達到均溫的效果。加熱爐應用蓄熱式燃燒技術，較復熱器系統更提升約 20% 的能源效率，相較於無餘熱回收的加熱爐，更可提升約 50% 的能源效率（如圖 4.3-3 所示）。因此，不管在舊爐翻新或是新爐製作上，蓄熱式燃燒技術已是主要選項之一，或者是煉鋼廠（含軋延）和單軋廠有加熱爐設備者，均適用此技術。

以 D 公司軋鋼加熱爐改造為例，改造前是採用傳統燃燒系統搭配復熱器的廢熱回收，更新時在預熱區及加熱 I、II 區採用蓄熱式燃燒系統，每噸鋼種能源耗用由改造前的 310 Mcal/ton，降低至 260 Mcal/ton，能源耗用降低約 16%。



※ 此圖片引自日本 JFE 制鋼所鈴川豐“蓄熱式燃燒系統在冶煉工藝中的應用”

圖 4.3-3 蓄熱式燃燒器熱回收的效益比較

除了上述優勢外，蓄熱式燃燒技術還可透過雙蓄熱的方式，將廢氣熱能分別儲存加熱燃燒空氣及燃料，藉此達到低熱值燃氣的運用。中國首創軋鋼加熱爐 100% 使用高爐氣（BFG），高爐氣熱值只有 700~800kcal/Nm³，燃燒溫度低，過去不能單獨作為加熱爐燃料，須與焦爐氣等高熱值煤氣配製成 1,800kcal/Nm³ 以上的混合燃氣，才能作為加熱爐的燃料。

雙蓄熱式燃燒器能將空氣和燃氣同時預熱到 1,000°C 以上，使用單一高爐煤氣就能使加熱爐達到 1,350°C 以上的溫度，可使用於軋鋼加熱爐。空氣 / 煤氣預熱溫度之理論燃燒及爐膛溫度比較如表 4.3-1。加熱爐應用雙蓄熱式燃燒器，可充分去化低熱值燃氣，並減少排放造成的空氣污染與能源浪費。

表 4.3-1 空氣 / 煤氣預熱溫度之理論燃燒溫度及爐膛溫度比較表

空氣 / 煤氣溫度°C	0	700	800	900	1,000	1,100
理論燃燒溫度°C	1,243	1,831	1,923	2,015	2,106	2,199
爐膛可達溫度°C	870	1,282	1,346	1,410	1,474	1,539

單 / 雙蓄熱式技術的評比如表 4.3-2 所示，不管單蓄熱式或雙蓄熱式技術都成熟穩定，需要注意的是應用後的維護。常見的問題是蓄熱體效率降低後並沒有處理，導致燃燒系統運轉異常，而無法發揮原有的節能效果。因此，蓄熱式燃燒器應用後，仍需要經常檢點，才可發揮其節能效益。最簡單的檢點方式，即觀察廢氣溫度變化，當廢氣溫度提升後即表示有更多的熱能浪費，此時應盡速檢修蓄熱體或燃燒器，維持高效率運轉。

表 4.3-2 單 / 雙蓄熱式燃燒器之技術評比表

評比內容	單蓄熱燃燒器	雙蓄熱燃燒器
使用燃料種類	高熱值燃料	低熱值燃料
預熱燃料 / 空氣溫度	常溫 / 600°C	1,000°C / 1,000°C
加熱爐爐型結構與傳統型比較	簡單，廢氣排放需動力	簡單，廢氣排放需動力
鋼胚加熱均溫性	相同	相同
耗熱率與傳統型比較	相同	節省約 10%

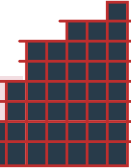
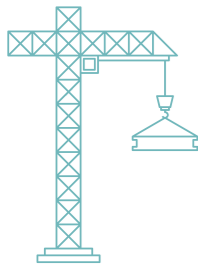


表 4.3-2 單 / 雙蓄熱式燃燒器之技術評比表 (續)

評比內容	單蓄熱燃燒器	雙蓄熱燃燒器
加熱爐控制系統與傳統型比較	DCS 或 PLC 需要換向控制	DCS 或 PLC 需要換向控制
蓄熱體型式	蜂巢式 / 球形	蜂巢式 / 球形
蓄熱體壽命	2 年更換	2 年更換
高溫區之燃燒器	定期維修較少	需要定期維修
NOx 排放與傳統型燃燒比較	30 ~ 80 ppm at 1,200°C , 11% O ₂	低
燃燒器體積與傳統型燃燒器比較	大	大

2. 退火塗覆線加熱爐應用輻射管節能裝置

E 公司冷軋廠第一退火塗覆線 (No.1 Annealing & Coating Line, 1ACL) 生產高品級電磁鋼片，加熱爐係由 107 支輻射管燃燒器所組成，使用焦爐氣作為燃料，提供鋼帶退火以產出低鐵損之電磁鋼片。因應節能減碳趨勢，應用科技產品於加熱爐，意即引進節能裝置，並置於輻射管低溫段，先採單支測試方式確認節能潛力，之後再拓展至第一、二、三區 (zone) 使用。

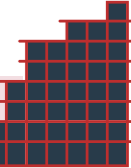
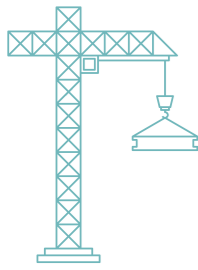
輻射管節能裝置 (Radiant tube insert, RTI) 為碳化矽 (SiC) 材質，主要功用為增強輻射管廢氣段的對流與輻射熱傳效率，降低廢氣排放溫度，進而提升輻射管加熱效率。經節能器單體測試結果顯示，約可提升 4% 輻射管熱傳效率，隨後分兩階段推展應用至第一至第三加熱區 (考量鋼帶與輻射管溫差，節能器設置於加熱區五區的前三區)，並搭配燃燒系統管理方法，由生產數據統計結果顯示，應用後每噸產品之 COG 能耗約降低 20%，故可作為其他產線改善之參考。

(1)前言

熱處理爐普遍使用輻射管加熱器 (Radiant tube burner, RTB)，原因是輻射管的熱傳是先由燃燒廢氣加熱輻射管 (Radiant tube, RT) 壁後，再由輻射管輻射熱傳至鋼帶上，鋼帶與燃燒廢氣不直接接觸，可以確保鋼帶於熱處理過程中不會與廢氣中氧氣接觸而氧化。輻射管燃燒器的效率提升，可節能減碳，有助於降低熱處理成本，增強競爭力。

輻射管熱傳增強的研究上，主要兩個方式來達成管內的熱傳增強效果，分別為：(1)透過邊界層內熱傳增強；以及(2)中心流場熱傳增強。邊界層內熱傳增強，使用的方法有：(a)破壞靠近壁面的流體邊界層，例如於管內增加螺紋；(b)增加更多熱交換面積，例如增加鰓片；(c)改變 RT 管表面物理或化學性質，例如使用高放射率塗層或材料。在中心流場熱傳增強上，則是於管中插入多孔性材質或是旋片擾流，讓管中央高溫氣體可隨氣流流動導引，傳遞到相對低溫的輻射管壁，使管中央的熱能可以有效加熱管壁。本文所探討的節能裝置就是一種中心流場熱傳增強的裝置，此類裝置最早是用十字外型的耐火材製作物件置於 RT 內，以增強燃燒廢氣與 RT 的熱傳。2005 年以後陸續發展出具有高放射率 (high emissivity) 特性的材質 (碳化矽 SiC)，製作出應用於 RT 管內的效果優於十字型耐材的節能裝置。

在 RTB 燃燒段，由於燃燒火焰為亮黃色，此時火焰熱輻射强度高，火焰溫度高，因此於燃燒段 RT 表面溫度較高；到了 RT 後段 (排氣段)，因該處已無火焰，僅剩下反應後高溫煙氣，煙氣組成中氮氣為主要成分，具有熱輻射能力的三原子分子 (CO₂ 與 H₂O) 則占少數，加上無火焰面擾動氣流，因此排氣段的流場相對燃燒段來得平緩。基於以上因素，排氣段的 RT 表面溫度會較低。RT 節能裝置的原理是於排氣段插入節能裝置，透過節能裝置將中央高溫氣流導引至管壁，使氣流衝擊管壁增強對流熱傳外，節能裝置受煙氣加熱至高溫後，因材料特性可產生固體熱輻射。上述兩效果，可使高溫煙氣於排氣段進一步與 RT 進行熱傳，使排氣



段的 RT 溫度約提升 10°C 左右，離開 RT 的廢氣溫度也可相對降低。

本案例於現場加熱爐上實際應用節能裝置，先採單體測試方式，了解節能裝置對於 RTB 性能的影響，之後再拓展應用範圍到三個燃燒區，並搭配燃燒系統管理方法，確認在產線上的節能效果，以作為冷軋產線後續推廣應用的參考。

(2) 節能做法

節能做法主要有二個部分，一者為提高熱傳效率，應用科技產品一輻射管節能裝置，提高輻射管低溫段的輻射與對流熱傳效率，充分利用廢氣熱能，儘可能把熱量留在爐內。另一者為提升燃燒效率，減少二次燃燒，其中包括了調整燃燒系統的空氣與燃氣比例、監控廢氣溫度與焰色、鑑別廢氣管路是否破損，此三項都是有相關性的。空燃比調整的結果將會影響廢氣排放溫度及焰色，也可由廢氣溫度及焰色判斷空燃比是否正常，廢氣管路破損，會影響廢氣管抽吸能力，亦會影響火焰燃燒的狀況及燃燒效率。

首先是提高熱傳效率，導入節能裝置的部分：為了解節能裝置於加熱爐上的應用效果，首先進行單支 RTB 安裝 RTI，進行單體的測試，以了解在相同的燃燒條件下，RTI 對於 RTB 效率的影響。而後再將 RTI 應用至第一至第三加熱區（共 76 支 RT），以評估 RTI 對產品能耗的影響。

A. 單體性能測試與評估方法

單體性能測試係選定鋼帶入口側，分別於鋼帶上方 RTB (DR side) 與鋼帶下方 RTB (DR side) 各安裝一組 RTI。目前市面上 RT 節能裝置主要較具代表性有兩個廠牌，簡稱 P 牌與 S 牌。於單體測試上，同時進行此兩種廠牌的性能比對測試，以了解是否有明顯差異。單體性能測試的配置如圖 4.3-4 (左)，圖中的號碼為燃燒器編號。

單體性能測試主要是將有安裝 RTI 與鄰近沒有安裝 RTI 之 RTB (圖 4.3-4 虛線範圍)，先儘可能調整至接近的燃料流量下，再調整空氣量使燃燒廢氣含氧量均在 3%，確保每支燃燒器所輸入的熱量與燃燒狀況接近。穩定後記錄燃料流量、廢氣溫度等資訊，進行 RT 效率計算，計算公式如(1)式。各 RT 效率計算出來之後，即可比對有無安裝 RTI 對於 RTI 效率提升之效果，計算方式如(2)式。

$$RT \text{ efficiency } \eta = \frac{(Q_1 + Q_2 - Q_{wg})}{(Q_1 + Q_2)} \dots\dots\dots(1)$$

其中，

Q₁ 為燃料輸入熱量 (= 燃料流量 * 燃料熱值)；

Q₂ 為空氣輸入熱量 (= 空氣流量 * 空氣比熱 * 空氣溫度)；

Q_{wg} 為廢氣熱量 (= 廢氣流量 * 廢氣比熱 * 廢氣溫度)。

$$Efficiency \text{ improvement} = \frac{(\eta_2 - \eta_1)}{(\eta_1)} \dots\dots\dots(2)$$

其中，

η₁ 為沒有應用 RTI 之效率；

η₂ 為應用 RTI 後的效率。

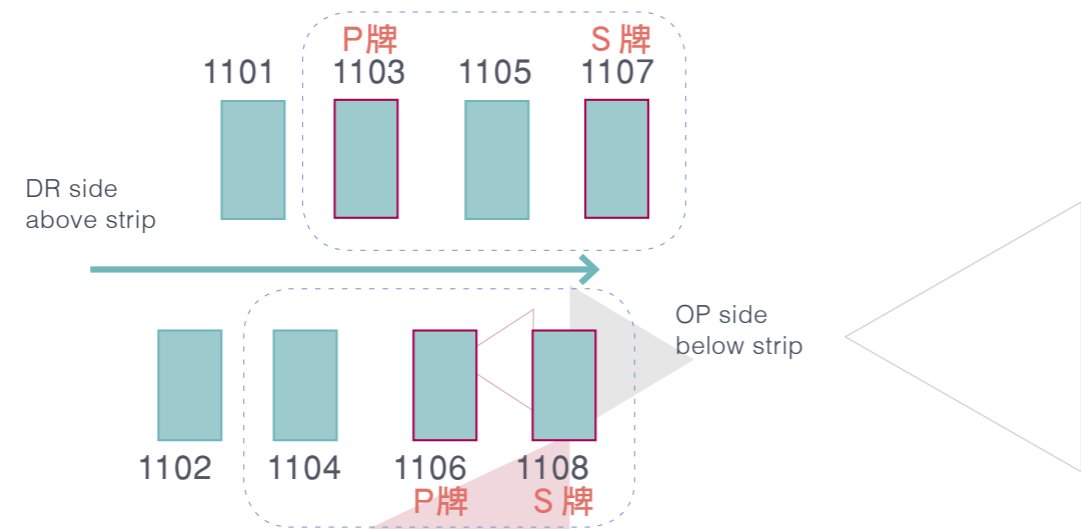
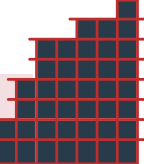
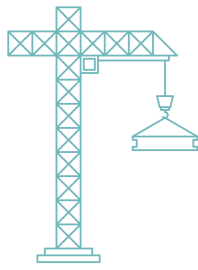


圖 4.3-4 (左) RTI 單體性能測試配置；(右) RTI 實體與安裝照

B. 第一至第三加熱區測試與評估方法

第一至第三加熱區應用測試是於第一至第三加熱區 (zone) 共 76 支 RT (鋼帶上、下各 38 支) 均安裝 RTI。完成安裝後，於啟機時，先進行第一至第三加熱區的燃燒調整，包含將該區域燃燒空燃比由原先的 1.45 調降到 1.2，並將該區每支燃燒器的燃料與空氣入口壓力調整到接近，確保每支燃燒器之所分配燃料與空氣接近。調整後再量測每支 RTB 廢氣含氧量是否為 3~4% 間，若廢氣含氧量超出此範圍，則再針對偏離較多的燃燒器進行調整，以確保該區域燃燒系統狀況。

於 RTI 應用效果評估上，則是蒐集應用前、後，不同鋼種穩定生產下的數據進行分析，分析採逐一鋼捲進行燃料耗量統計，最後分析出不同鋼種應用前、後的每噸鋼種燃料耗量差異，確認 RTI 應用效果。

C. 燃燒系統的管理方法

提升燃燒效率，不外乎即是讓燃燒完全及讓燃燒完的廢氣可正常被抽至外部，不要積存在廢氣管內而影響燃燒效率。提升燃燒效率有以下幾個方式：

a. 調整燃燒系統空燃比

空燃比可以分為理論空燃比及過剩空燃比，理論空燃比是指依燃氣化學成分決定所需的空氣量，這是相當文言的說法，簡單說就是一份燃氣，需要多少空氣量才可以燃燒作用。過剩空燃比是指為確保燃燒完全，提供比理論空氣量的 1.05~1.1 倍。要如何調整空燃比，其調整程序為：(1)選定合適的 Burner Load；(2)調整及固定空氣流量；(3)調整 COG 流量；(4)量測廢氣殘氧量。若殘氧介於 3~5%，則表示燃燒正常，無空氣過剩造成的能源浪費，若廢氣殘氧低於 3%，則應檢視是否有燃燒不完全造成一氧化碳濃度超高情形，若有一氧化碳超標則應調降 COG 流量；反之，若殘氧高於 5%，則顯示空氣過剩，應適時增加 COG 流量，使燃燒系統可在空氣量合理的狀況下達到最佳效率。

b 監控焰色及廢氣溫度

透過燃燒火焰的顏色，判斷空燃比是否異常，火焰是否燃燒完全。焰色判別方式為若火焰顏色偏亮黃色，則表示燃燒正常，如圖 4.3-5，若焰色偏暗紅，則表示燃氣偏多，若焰色偏藍紫，則表示燃氣過少。

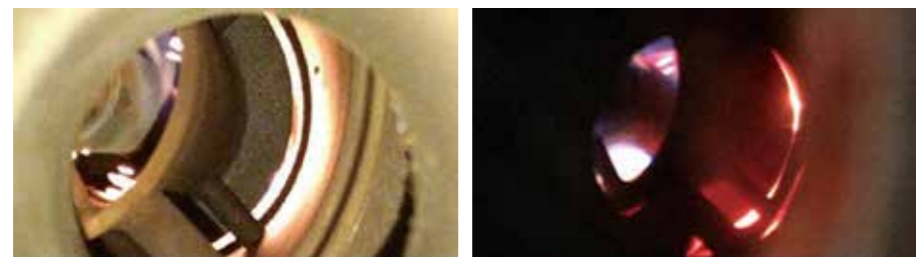


圖 4.3-5 燃燒火焰顏色

利用廢氣溫度判斷燃燒是否正常，空燃比是否正常。在同一區裡，每支輻射管的燃氣與空氣用量相近，故廢氣溫度也會相近，如圖 4.3-6。而若有廢氣溫度偏高或偏低時，則表示燃燒異常。廢氣溫度偏高時，表示可能燃氣量偏高或復熱器破損，若廢氣溫度偏低，則表示可能該支輻射管燃氣或空氣過少，而後再適當調整空燃比，使廢氣溫度均一。



圖 4.3-6 廢氣溫度顯示面板

燃燒廢氣是藉由抽氣風扇抽至外部，廢氣管內壓力呈負壓，燃燒產生的高溫煙氣將可被抽離輻射管。若某處廢氣管破損時（如圖 4.3-7），則廢氣管內壓力呈相對正壓，燃燒產生的高溫煙氣無法順利被抽離輻射管，積存在廢氣管內，廢氣管內壓力增加，會影響燃燒室內燃氣與空氣的混合狀況，降低燃燒效率。為確認爐頂廢氣管是否有破損，可用熱相儀量測廢氣管，觀察熱點分佈狀況，並安排後續維護更新。

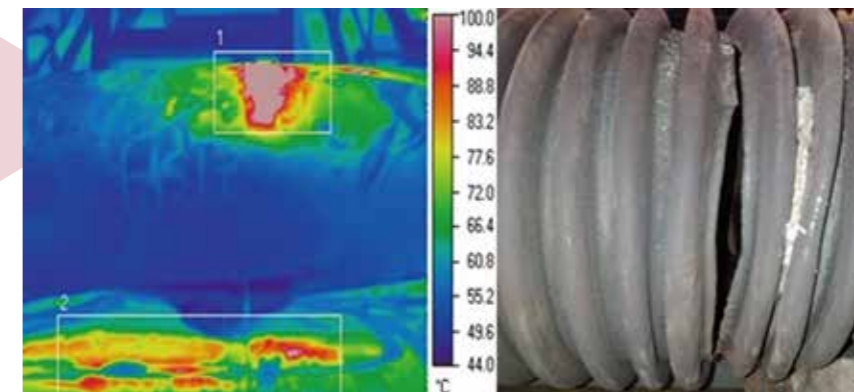


圖 4.3-7 廢氣管路破損及熱相儀熱點分佈

D 結果討論

a. 節能裝置單體測試

單體測試結果如表 4.3-3 所示。由表中可以發現，位於鋼帶下方（OP side）的 RT 效率較鋼帶上方（DR side）的來得高，顯示鋼帶下方的 RT 熱能可較有效的被利用。由表 4.3-3 顯示，安裝 RTI 後，在鋼帶上方或下方的燃燒器廢熱量（ Q_{wg} ），相較於沒有安裝 RTI 的均有降低，進而提升 RT 效率。鋼帶下方的安裝 P 牌 RTI 的效率，約較沒安裝的 RT（編號 1104）提高 4.5%；安裝 S 牌 RTI 則可提高 4.9%；鋼帶上方的 RT，安裝 P 牌效率可提升 3.3%，安裝 S 牌則提升 3.6%。由此測試結果可得知，兩家的節能裝置均可降低廢氣熱損失，提升 RT 效率，加總平均約 4% 左右，S 牌的節能裝置效果略優於 P 牌，但差異並不顯著。

由單體測試結果，節能裝置應用後可提升的 RT 效率與廠商型錄上宣稱 10% 有明顯差異。主要原因為本測試所使用的 RT 本體上已有覆熱式熱交換器（recuperator）進行煙氣廢熱的回收，整體效率已偏高，使得 RTI 應用後能精進的空間有限。

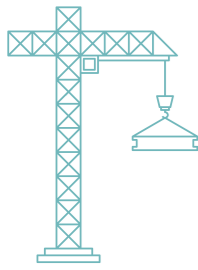


表 4.3-3 P 牌與 S 牌節能裝置單體測試結果

燃燒器編號	馬達側 (DR)			操作側 (OP)		
	1103 (P牌)	1105	1107 (S牌)	1104	1106 (P牌)	1108 (S牌)
焦爐氣流量 (Nm ³ /h)	11.1	11.0	11.0	12.13	11.34	12.09
入口空氣溫度 (°C)	42	42	42	42	42	42
廢氣溫度 (°C)	643	679	632	681	632	619
Q1：燃料熱能輸入 (kcal/h)	47,191	47,018	46,894	51,753	48,361	51,581
Q2：空氣熱能輸入 (kcal/h)	802	805	809	825	752	815
Q _{wg} ：廢氣熱能 (kcal/h)	15,323	16,296	15,138	16,924	14,304	15,117
輻射管效率 (%)	68.1%	65.9%	68.3%	67.8%	70.9%	71.1%
效率成長 (%)	3.3%	x	3.6%	x	4.5%	4.9%

b. 輻射管燃燒系統調整

於輻射管燃燒系統調整上，主要如方法 2 (2)所述，反覆進行調整並量測廢氣含氧量，已達到最節能的燃燒狀況。本案中的燃燒系統設定，空燃比由原先的 1.45，調降至 1.2。由表 4.3-4 可以看出，空燃比調整後可降低廢氣熱損，提高可用熱能，所能帶來的節能量約 9% 左右。

表 4.3-4 不同空燃比下的廢氣含濃度與節能率

空燃比	燃燒可用率	乾基廢氣含氧濃度	節能率
1.2	66.9%	target	3.9%
1.45	61.3%	9.1%	7.1%

c. 節能裝置第一至第三加熱區應用測試

於第一至第三加熱區全面安裝節能裝置及燃燒系統管理方法的節能效果比較如表 4.3-5 所示。統計後的數據顯示，高規鋼種的能耗較高，中規次之，低規則最低。進一步比較應用前、後的各區每噸鋼種能源耗用顯示，應用後能耗第一至第三加熱區有明顯降低。結果顯示，應用節能裝置後，於不同鋼種下均有節能之效果，對於產速較慢且溫度較高的高規鋼種，節能效果相對明顯。

表 4.3-5 整區應用節能裝置前、後不同鋼種的能耗差異比較

單位：Nm³ COG/ton 鋼帶

鋼種	50CS400 (高規)		50CS600 (中規)		50CS1300 (低規)	
	應用前	應用後	應用前	應用後	應用前	應用後
Z1	17.8	13.7	13.7	11.1	10.9	9.3
Z2	18.6	13.3	15.6	11	11.8	9
Z3	13	10.7	10.4	8.8	8.5	7.4
Z4	10.7	8	8.7	6.6	6.7	5.5
Z5	7.3	5.6	6.9	4.9	5.2	4.1
整爐	67.4	51.4	55.2	42.3	43.2	35.4

輻射管導入新技術及發展燃燒系統管理方法的綜效如圖 4.3-8 所示，年效益 758 萬元 / 年，減碳約計 1,430 公噸 CO₂e/ 年。

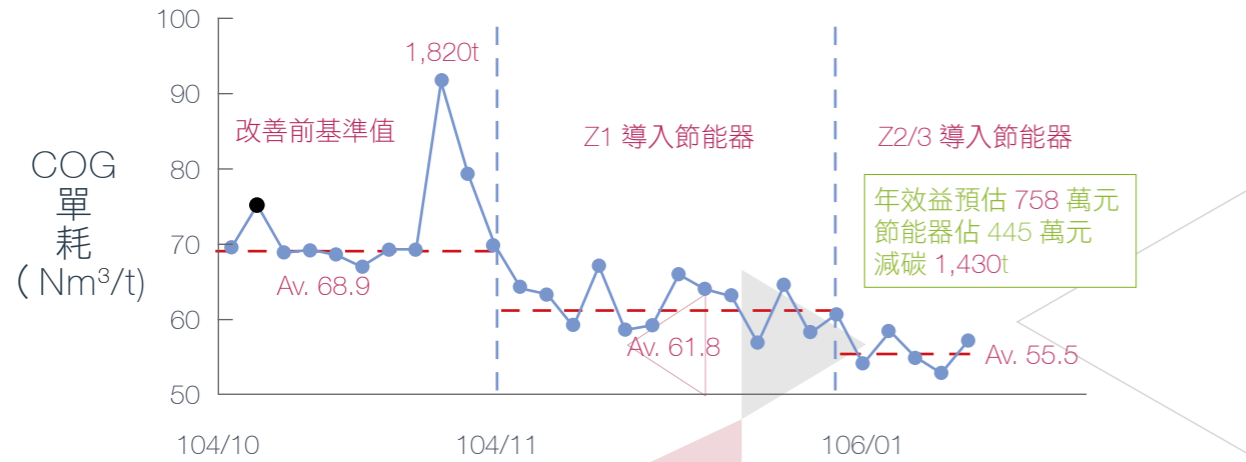
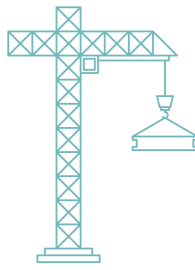


圖 4.3-8 輻射管導入新技術及發展燃燒系統管理方法的綜效

d. 結論

本案應用輻射管節能裝置於第一至第三加熱區及搭配優化燃燒系統，由生產數據統計顯示，每噸產品 COG 能耗降低約 20%，確實有效提升加熱區效率，可作為其它產線平行展開參考。

4.4 不鏽鋼煉鋼製程案例

1. 電極棒控制系統汰換優化

(1)前言

F 公司基於鋼鐵業低碳綠色製程及環境永續長存，於民國 104 年著手改善現有電弧爐電極棒控制系統汰舊換新優化工程，圖 4.4-1 為改善前的電極棒控制系統，圖 4.4-2 為改善後電極棒控制系統。於 105 年完成電弧爐電棒控制系統更新，更新後成效顯著，有效降低送電時間、電極棒消耗及提高送電功率。

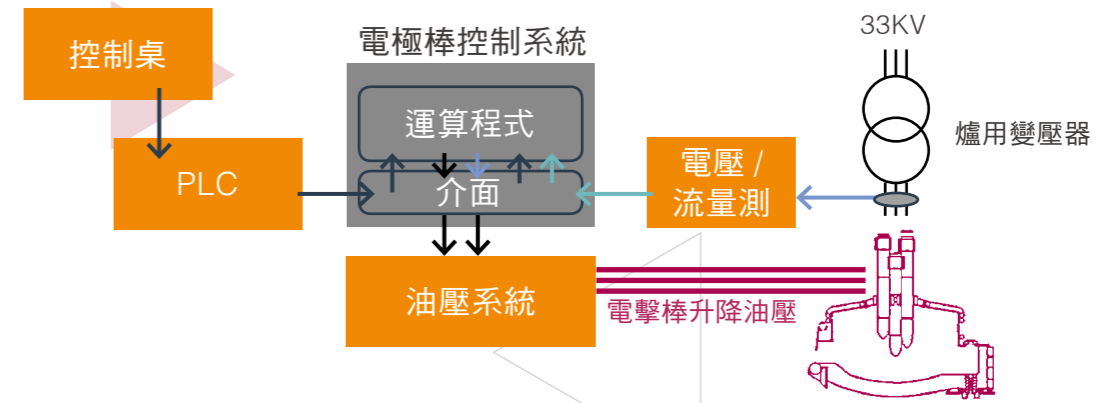


圖 4.4-1 改善前電極棒控制系統

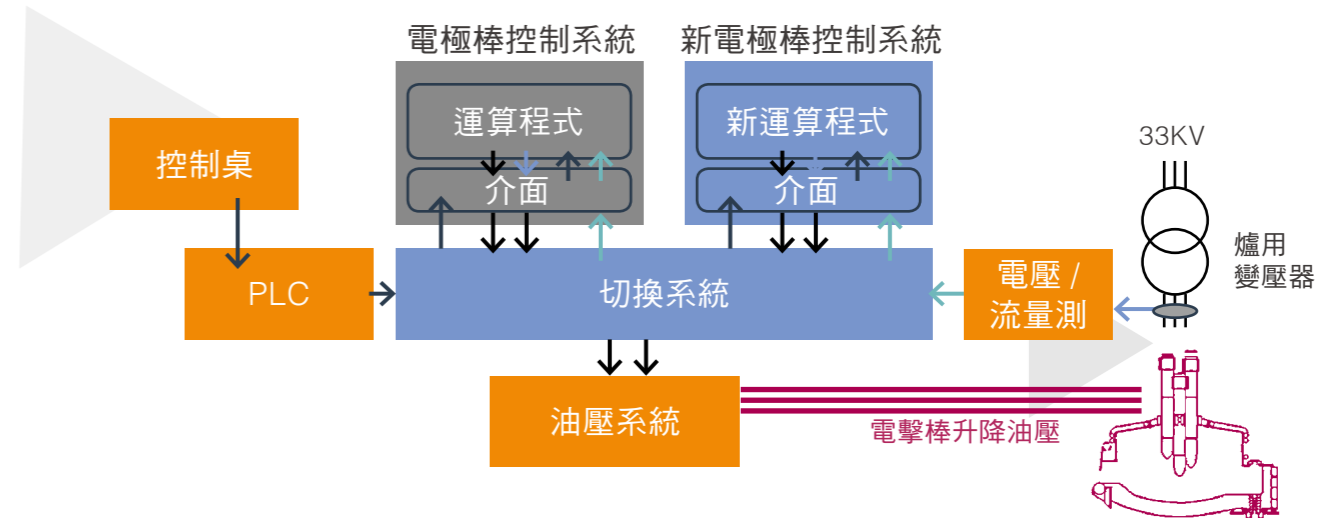
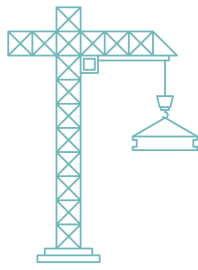


圖 4.4-2 改善後電極棒控制系統

(2)節能做法

由於電爐內的電弧狀況變化快速，所以電極棒的控制及複雜運算式的計算需快速進行，如此才能穩定控制送電品質，進而減少電極棒、補爐材等物料之耗損，因此靠 PLC (Programmable Logic Controller) 的運算能力是無法完成這任務的，所以才有獨立快速運算控制的電極棒控制系統之設置。改善後電極棒控制設備如圖 4.4-3 所示。



其控制模式及步驟如下：

- A. 操作員扳動控制桌搖桿向右進入自動模式。
- B. PLC 收到控制桌命令後通知電極棒控制系統進入自動控制。
- C. 電極棒控制系統依 PLC 設定之電壓電流（各送電階段有個別固定的設定）來控制油壓系統使電極棒升降來影響電壓電流達到設定值。

更新後的電極棒控制系統的新硬體提供更快速的資料收集、運算及控制能力，且新系統的運算程式具較新的運算概念，有動態控制功能，能更快速將送電狀況穩定下來，更快地穩定就能節省電力的虛耗及減少電極棒、補爐材等物料之耗損。電極棒控制系統改善前後實績如圖 4.4-4 所示，改善成效詳如表 4.4-1 所示。



圖 4.4-3 改善後電極棒控制設備

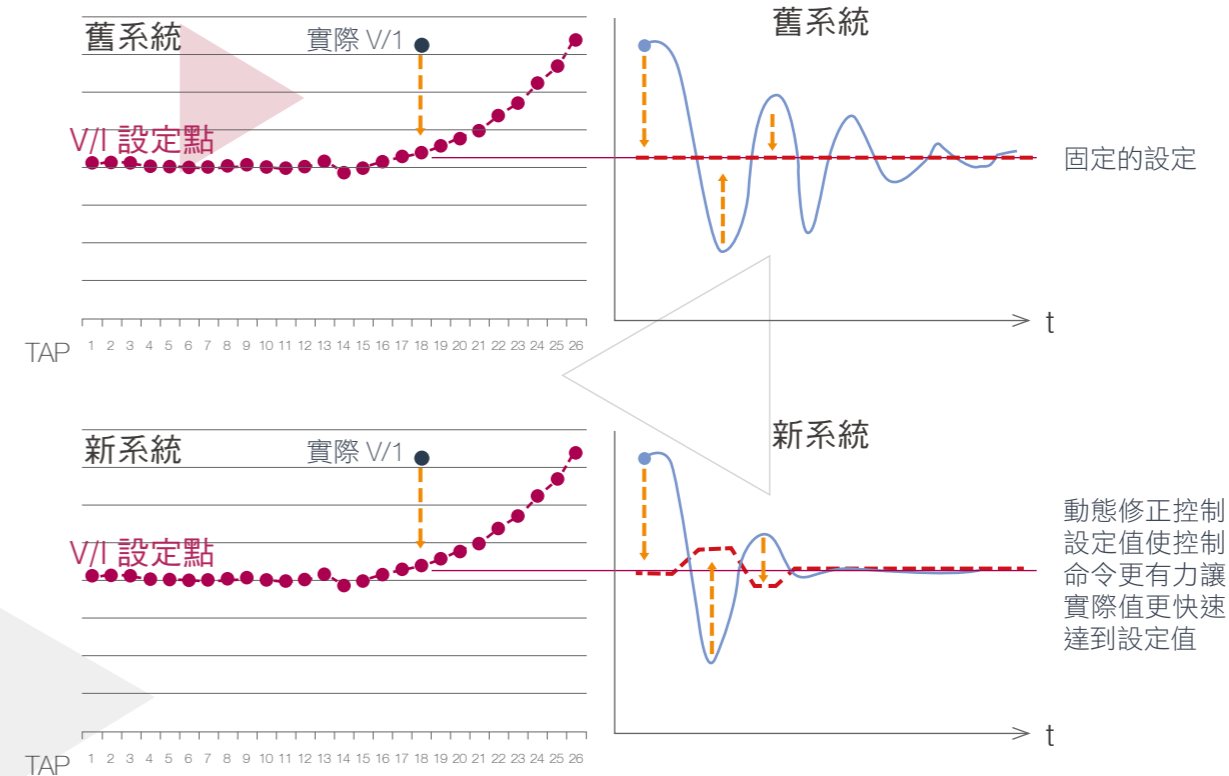


圖 4.4-4 電極棒控制系統改善前後實績

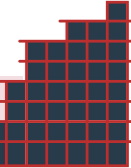
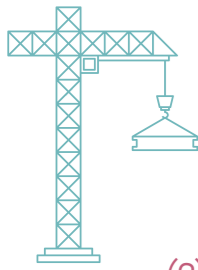
表 4.4-1 電極棒控制系統改善成效

改善效益		
節省送電量 (kWh/ton)	投資金額 (兩套控制器)	回收年限
7.04	約 1,000 萬元	約 1.3 年

2. 廢熱回收 - 蓄熱式預熱器

(1) 改造技術原理

將預熱器燃燒產生的高溫廢氣，經由蓄熱體的熱交換，回收其熱能，用來預熱燃燒所需之助燃空氣，提高預熱效率，節省燃料用量，減少能耗，降低溫室氣體排放量。



(2)改造設備：盛鋼桶預熱器

A. 設備功能

將盛鋼桶耐火磚預熱至受鋼溫度，以避免耐火磚吸熱不足，造成受鋼後鋼液溫降過快，影響生產製程。

B. 設備現況

廠內現有立式盛鋼桶預熱器 10 座（如圖 4.4-5）、臥式盛鋼桶預熱器 4 座（如圖 4.4-6），使用燃料為天然氣，助燃氣為常溫空氣，燃燒產生之高溫廢氣直接排放至大氣。

C. 設備改造需求

須加裝蓄熱體及引風機，改造後預熱器重量及尺寸均擴大，立式預熱器因空間及舉升結構強度因素致無法改造，故挑選臥式預熱器進行改造。



圖 4.4-5 立式盛鋼桶預熱器



圖 4.4-6 臥式盛鋼桶預熱器

(3)改造前盛鋼桶預熱器簡介

使用常溫空氣助燃，預熱過程中，高溫廢氣由預熱蓋與盛鋼桶間隙排向大氣，廢氣餘熱無回收。圖 4.4-7 為改造前盛鋼桶預熱器示意圖，其照片如圖 4.4-8 所示。

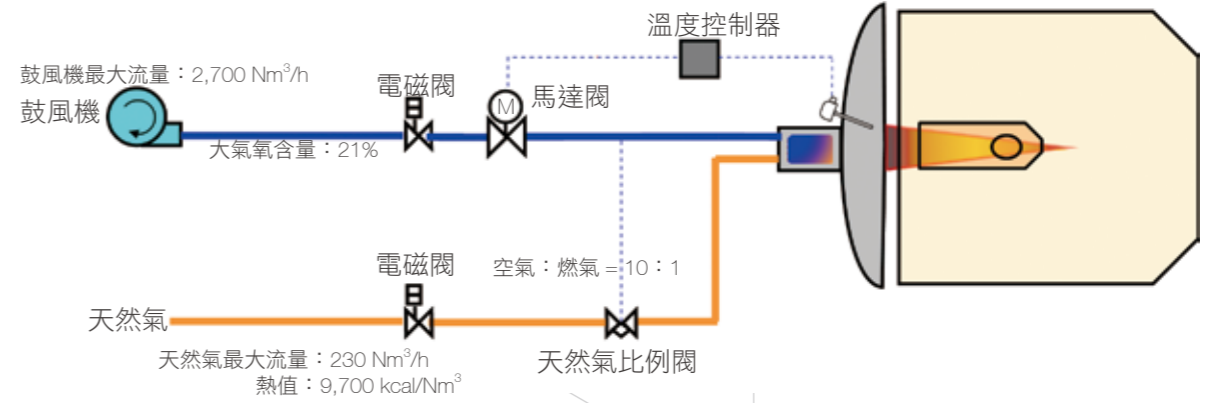


圖 4.4-7 改造前盛鋼桶預熱器示意圖



圖 4.4-8 改造前盛鋼桶預熱器照片

(4)改造後盛鋼桶預熱器簡介

改造後預熱器（蓄熱式）的蓄熱體成對安裝，當蓄熱體 A 通過助燃空氣時，燃燒所產生的高溫廢氣會經過蓄熱體 B，與蓄熱體熱交換後排出，排氣溫度可降到 120°C 左右，一定的時間間隔以後（設定為 180 秒），換向閥切換使助燃空氣通過蓄熱體 B，同時蓄熱體 A 會轉換為排氣和蓄熱。通過這種交替運行方式，達成助燃空氣的高溫預熱。圖 4.4-9 為改造後盛鋼桶預熱器示意圖，其運作原理如圖 4.4-10 及照片如圖 4.4-11 所示。

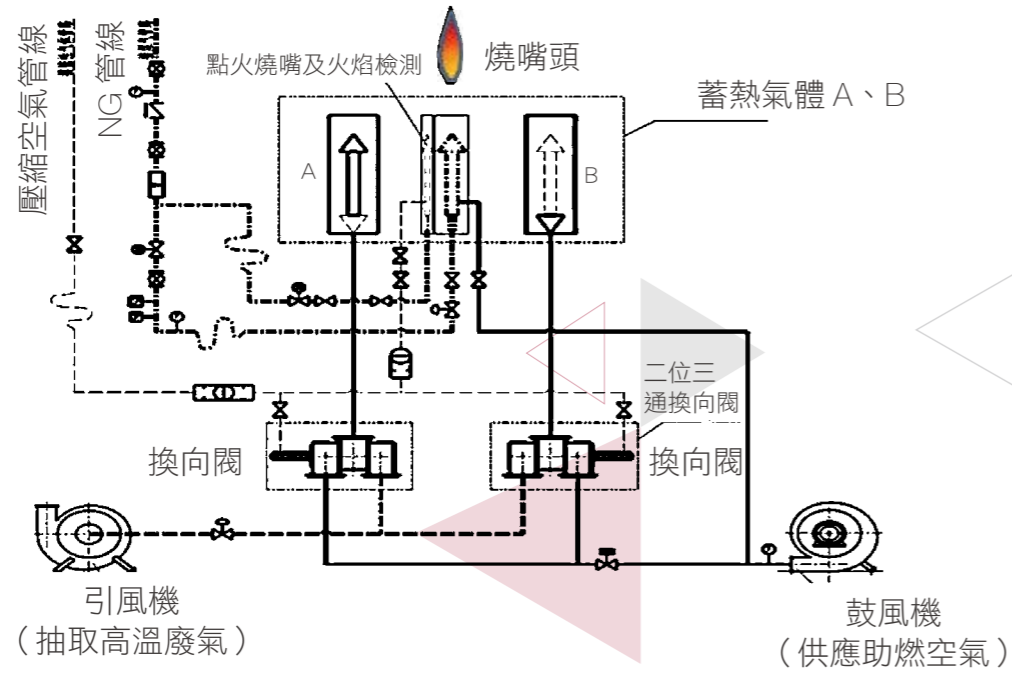
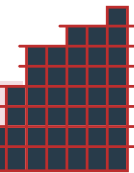
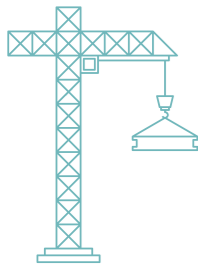


圖 4.4-9 改造後盛鋼桶預熱器示意圖



圖 4.4-11 改造後盛鋼桶預熱器照片

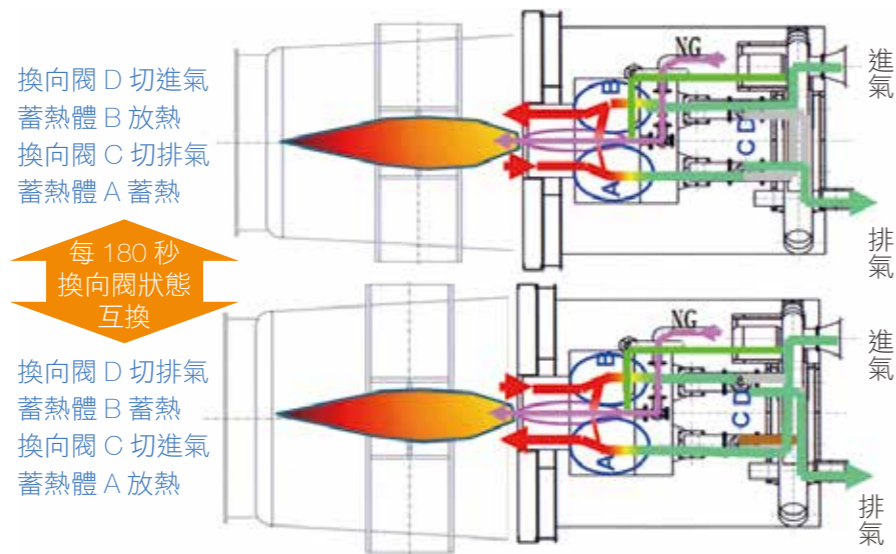


圖 4.4-10 改造後盛鋼桶預熱器運作原理示意圖

(5) 改造成效

改造後之蓄熱式預熱器，自民國 105 年 1 月上線使用，至 106 年 6 月止，總計節能量 123.936 公秉油當量，減少溫室氣體排放 235.736 公噸 CO₂e，如表 4.4-2 所示。

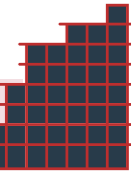
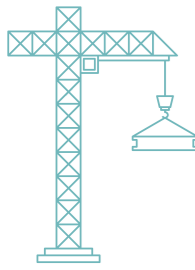


表 4.4-2 改造後預熱器節能實績表

時間	節能量								備註
	改善前能源使用種類	改善後能源使用種類	改善前能源使用量 (Nm ³ /爐)	改善後能源使用量 (Nm ³ /爐)	節氣率 (%)	節能量 (Nm ³)	節能量 (kloe)	減少CO ₂ 排放量 (噸)	
105年1月	天然氣	天然氣	710	508	28.45	9,649	10.547	20.060	
105年2月	天然氣	天然氣	710	507	28.59	3,709	4.054	7.711	
105年3月	天然氣	天然氣	710	510	28.17	5,138	5.616	10.682	
105年4月	天然氣	天然氣	710	520	26.76	5,408	5.911	11.243	
105年5月	天然氣	天然氣	710	519	26.90	9,553	10.420	19.819	
105年6月	天然氣	天然氣	710	539	24.08	8,861	9.685	18.422	
105年7月	天然氣	天然氣	710	521	26.69	10,675	11.667	22.192	
105年8月	天然氣	天然氣	710	507	28.61	13,323	14.562	27.699	
105年9月	天然氣	天然氣	710	511	28.03	12,612	13.785	26.220	
105年10月	天然氣	天然氣	710	512	27.89	11,212	12.255	23.309	
105年11月	天然氣	天然氣	710	513	27.75	11,274	12.322	23.438	
105年12月	天然氣	天然氣	710	512	27.89	11,996	13.112	24.941	
106年1月	天然氣	天然氣	710	516	27.32	10,011	10.942	20.883	
106年2月	天然氣	天然氣	710	511	28.03	10,965	11.985	22.873	
106年3月	天然氣	天然氣	710	513	27.75	12,371	13.522	25.806	
106年4月	天然氣	天然氣	710	535	24.65	13,129	14.350	27.387	
106年5月	天然氣	天然氣	710	541	23.80	11,166	12.204	23.291	
106年6月	天然氣	天然氣	710	505	28.87	12,158	13.288	25.361	
合計	天然氣	天然氣	710	517	27.23	113,389	123.936	235.736	

註：依溫室氣體盤查計算方法，其碳排放係數如下：

碳排放係數 = IPCC 原始係數 × 熱值 (溼基低位) × 碳氧化率。

中油液化天然氣 105 年實際熱值為 9,868kcal/Nm³

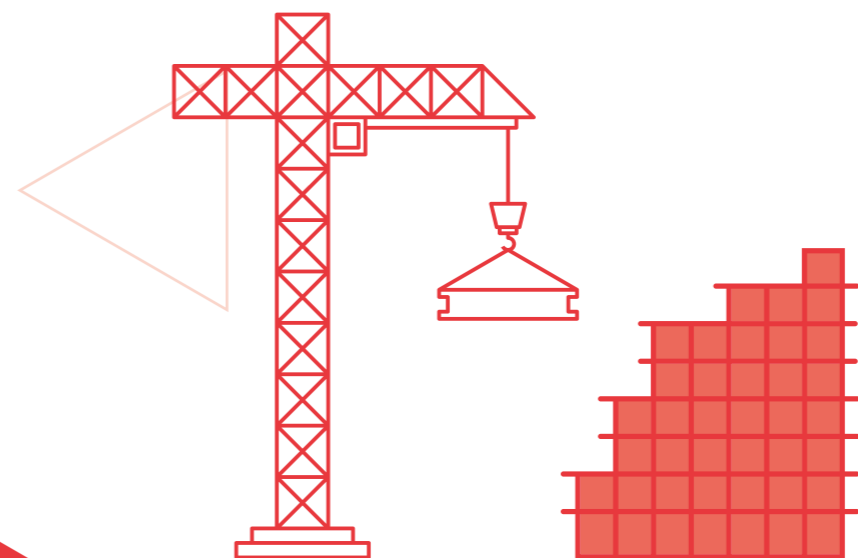
碳排放係數 = (56,100 × 10⁻¹⁵ 公噸 CO₂/J) × (9,868 × 0.9 × 10⁶ cal/m³ 天然氣) × (4.1868 J/cal) × 1 (氧化率) = 2.086 公噸 -CO₂e/ 千立方公尺

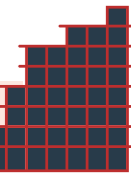
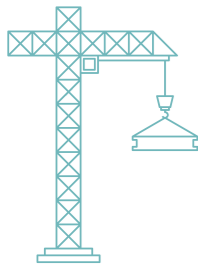
NOTE

鋼鐵業

低碳綠色製程技術選用評估彙編

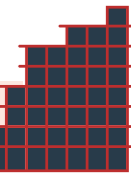
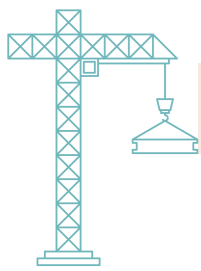
▶ 參考文獻





參考文獻

- [01] 陳建任，2017 金屬材料產業年鑑 - 鋼鐵篇，財團法人金屬工業研究發展中心，2017 年 7 月。
- [02] 林坤讓等，國內外溫室氣體減量管制下製造業減量現況與因應，綠色生產力通訊第 43 期，2016 年。
- [03] Z.F. Huang et al. (2010), Enhancing heat transfer in the core flow by using porous medium insert in a tube, Int. J. Heat and Mass Transfer, 53, 1164-1174.
- [04] B.A. Goeckner et al. (1992), Radiative heat transfer augmentation of natural gas flames in radiant tube burner with porous ceramic inserts, Exp. Therm. Fluid Sc., 5, 848-860.
- [05] A.R. Martin et al. (1998), Convective and radiative internal heat transfer augmentation with fiber arrays, Int. J. Heat and Mass Transfer, 41, 3431-3440.
- [06] Hantsch et al. (2010), Heat transfer augmentation: radiative-convective heat transfer in a tube with fiber array inserts, Journal of Heat Transfer, 132.
- [07] 劉偉、明廷臻，葉片旋流管內核心流強化傳熱分析與結構優化，中國電機工程學報，29 卷 5 期，2009 年。
- [08] Chris Winger and Roy Hardy (2007), Innovative energy saving in continuous annealing furnace, Galvatech.
- [09] 源新科貿有限公司，蓄熱式預熱器製造與安裝工程技術規範（第 6 版），2013 年 6 月。
- [10] Danieli Automation (2014), Electrode Regulation System Upgrading Technical Parts.



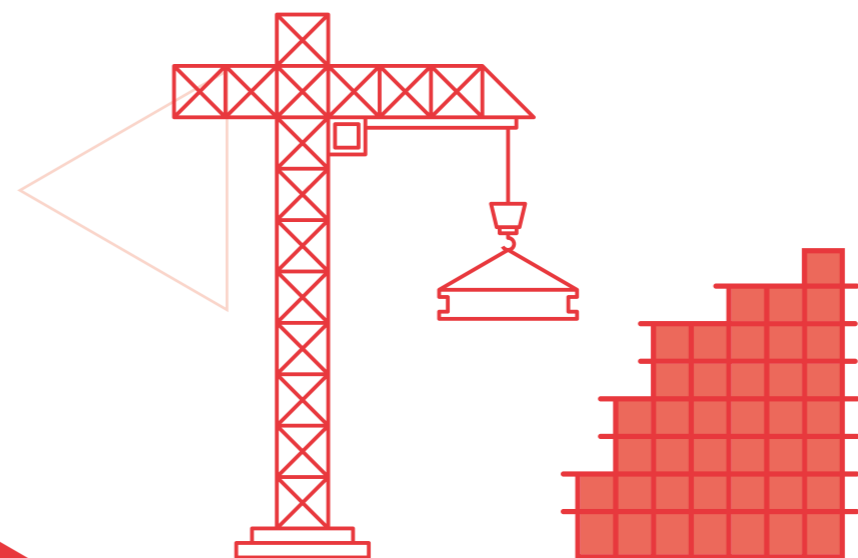
- [11] 行政院環保署「溫室氣體減量技術及成本應用評估與案例分析追蹤計畫」期末報告，2013年3月。
- [12] 經濟部能源局「能源開發及使用評估準則」，網址：http://web3.moeaboe.gov.tw/ECW/populace/Law/Content.aspx?menu_id=2969
- [13] 經濟部能源局「能源使用說明書之格式及應記載事項」，網址：http://web3.moeaboe.gov.tw/ECW/populace/news/Board.aspx?kind=3&menu_id=57&news_id=4220

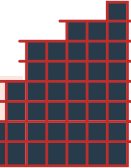
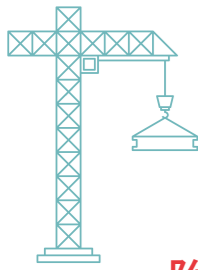
NOTE

鋼鐵業

低碳綠色製程技術選用評估彙編

▶ 附錄





附錄 1、能源開發及使用評估準則

公(發)布日期：104-11-24

內 文：

中華民國一百零四年十一月二十四日經濟部經能字第 10404605350 號令訂定發布全文 14 條；除第 4 條第 2 項第 1 款至第 3 款、第 5、6、8 條、第 12 條第 1 款及第 13 條第 3 款第 1 目及同條第 4 款第 1 目之施行日期，由中央主管機關另定外，餘自發布日施行

第一條 本準則依能源管理法（以下簡稱本法）第十五條之一規定訂定之。

第二條 本準則用詞，定義如下：

- 一、數量：電力類或汽電共生類，指發電設備裝置容量；石油煉製類或能源使用類，指用電契約容量及自用發電設備裝置容量。
- 二、種類：指煤炭（公噸）、石油（公秉油當量）、天然氣（千立方公尺）及電力（千瓩）。
- 三、區位：北區，指鳳山溪以北及和平溪以北；中區，指鳳山溪以南、濁水溪以北及花蓮縣；南區，指濁水溪以南且非屬北區或中區之區域及臺東縣；離島，指其電力未與臺灣本島電力網連結之島嶼。
- 四、能源使用類：指除石油管理法所定之石油煉製業外，屬中華民國行業標準分類所列之製造業。
- 五、申請期別：指以能源使用說明書所載規劃商轉年認定。
- 六、備用容量率預估值：指中央主管機關以下列公式計算並公開之未來六年每年預估備用容量率數值：備用容量率預估值 = (全國電力系統已商轉發電機組之淨尖峰供電能力合計值 + 累計已取得籌備創設備案申請計畫之淨尖峰供電能力合計值 - 電力系統尖峰負載預測值) / 電

力系統尖峰負載預測值。

七、備用容量率基準值：指電業依電業法規定提報，並經中央主管機關同意及公開之備用容量率數值。

八、用電計畫書同意核供函：指電業審查同意申請人所提用電計畫書之文書。

第三條 本準則適用對象為電力類、汽電共生類、石油煉製類及能源使用類大型投資生產計畫之能源用戶（以下簡稱能源用戶），並依本法第十六條第四項規定公告之能源用戶適用之範圍。

第四條 能源用戶新設或擴建能源使用設施，應檢具能源使用說明書，向受理許可申請之機關提出申請，轉送中央主管機關核准後，始得為之。但無受理許可申請之機關者，申請人應敘明理由逕向中央主管機關提出申請。

能源使用說明書經核准後，所載內容有下列情形之一者，準用前項之規定：

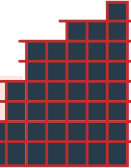
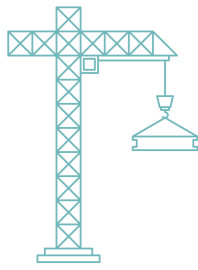
- 一、能源使用種類變更。
- 二、能源使用設施之區位變更。
- 三、能源使用數量增加。
- 四、能源使用效率變更。

第五條 能源用戶屬電力類者，其申請之使用數量、種類及區位，應以能源開發政策為基礎計算全國分期分區裝置容量，並符合下列規定：

- 一、不得超過申請期別該種類能源可供申請裝置容量。
- 二、不得超過申請期別該區位可供申請裝置容量。

前項區位，以能源用戶申請新設或擴建能源使用設施輸電線路與電力網併聯點認定之。

第六條 為確保全國電力供應穩定及安全，能源用戶屬電力類有下列情形之一者，不受前條之限制：



- 一、因區位屬離島，且其裝置容量未納入全國分期分區裝置容量。
- 二、能源使用說明書所載規劃商轉年之備用容量率預估值，低於備用容量率基準值。

第七條 能源用戶屬電力類或汽電共生類者，其效率之內容，應符合下列最佳可行技術規定：

- 一、公用設備項目（如附表一）。
- 二、電力類或汽電共生類製程技術項目（如附表二）。

前項規定，因法規限制、專利權保護、國際貿易障礙或其他不可歸責於申請人之事由，經提出資料佐證者，不適用之。

第八條 能源用戶屬石油煉製類或能源使用類者，其申請之使用數量、種類及區位，應符合下列規定：

- 一、能源使用說明書所載電業之供電容量，應檢具電業所發給之用電計畫書同意核供函，且不得超過其所同意之供電容量。
- 二、能源使用說明書所載自用發電設備之供電容量，應提出佐證資料，說明自用發電設備供電無虞。

第九條 能源用戶屬石油煉製類或能源使用類者，其效率之內容，應符合下列最佳可行技術規定：

- 一、公用設備項目（如附表一）。
- 二、製程技術項目：
 - （一）石油煉製類或能源使用類製程技術項目（如附表三）。
 - （二）半導體或面板產業製程技術項目（如附表四）。

前項規定，因法規限制、專利權保護、國際貿易障礙或其他不可歸責於申請人之事由，經提出資料佐證者，不適用之。

第十條 能源使用說明書不符本法第十六條第四項規定公告之格式

及應記載事項、申請案文件不全或有誤漏者，中央主管機關應通知限期補正，屆期未補正或補正不完備者，應駁回其申請。

經審查申請案文件符合規定者，應於接到通知之翌日起十五日內，繳納審查費或變更審查費。未依規定繳費者，準用前項規定。

第十一條 中央主管機關受理第四條規定之申請後，應依本法第十六條第二項規定審查，並作成下列處分：

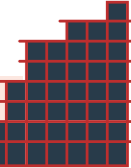
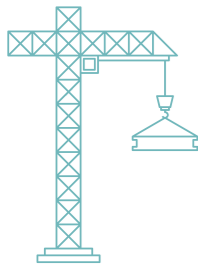
- 一、核准。
- 二、附加附款核准。
- 三、不予核准。

第十二條 能源使用說明書經審查有下列情形之一者，經中央主管機關通知限期補正而屆期未補正或補正不完備者，得作成不予核准之處分：

- 一、能源使用說明書所記載之使用數量、種類、區位，不符第五條或第八條之規定。
- 二、能源使用說明書所記載之效率，不符第七條或第九條之規定。

第十三條 能源使用說明書經核准後，所載規劃商轉年屆至，且有下列情形之一者，中央主管機關應廢止其核准：

- 一、電力類：
 - （一）未依電業相關法規取得電業籌備創設登記備案。
 - （二）電業籌備創設登記備案經撤銷、廢止或其他情形失其效力。
 - （三）電業工作許可證經撤銷、廢止或其他情形失其效力。
- 二、汽電共生類：
 - （一）未依電業相關法規取得自用發電設備工作許可證。



(二) 自用發電設備工作許可證經撤銷、廢止或其他情形失其效力。

三、石油煉製類：

(一) 能源使用說明書檢具之電業用電計畫書同意核供函失其效力。

(二) 未依石油管理法取得石油煉製業設立許可。

(三) 石油煉製業設立許可經撤銷、廢止或其他情形失其效力。

四、能源使用類：

(一) 能源使用說明書所檢具之電業用電計畫書同意核供函失其效力。

(二) 未依該行業相關管理法規規定取得許可或核准。

(三) 前目許可或核准經撤銷、廢止或其他情形失其效力。

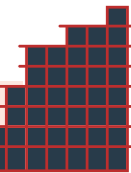
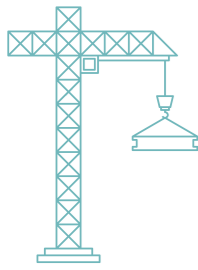
第十四條 本準則自發布日施行。但第四條第二項第一款至第三款、第五條、第六條、第八條、第十二條第一款、第十三條第三款第一目及同條第四款第一目之施行日期，由中央主管機關另定之。

附表一、公用設備技術項目應符合之最佳可行技術

公用設備技術項目應符合下列歐盟「能源效率最佳可行技術參考文件 (Reference Document on Best Available Techniques for Energy Efficiency)」適用版本所列示「新設廠 (New plants)」或「新設備 (New installations)」公用設備技術項目之內容。

「最佳可行技術參考文件」	適用版本
能源效率 Energy Efficiency	BREF (2009) ^註

註：BREF 係指歐盟「工業排放指令 (Directive 2010/75 on industrial emissions；簡稱 IED)」最佳可行技術參考文件系列 (Best Available Techniques Reference Documents)；[BREF](#) (2009) 係指 2009 年之版本。



附表二、電力類或汽電共生類製程技術項目應符合之最佳可行技術

一、電力類：

應符合下列歐盟「大型燃燒廠最佳可行技術參考文件 (Reference Document on Best Available Techniques for [Large Combustion Plants](#))」適用版本所列示「新設廠 (New plants)」或「新設備 (New installations)」能源效率相關製程技術項目之內容及效率值。

行業別「最佳可行技術參考文件」	適用版本
大型燃燒廠 Large Combustion Plants	BREF (2006) ^註

註：BREF 係指歐盟「工業排放指令 (Directive 2010/75 on industrial emissions; 簡稱 IED)」最佳可行技術參考文件系列 (Best Available Techniques Reference Documents)；BREF (2006) 係指 2006 年之版本。

二、汽電共生類：

(一) 應符合歐盟相同行業「最佳可行技術參考文件」關於汽電共生之內容。

(二) 無前項者，應符合下列歐盟「大型燃燒廠最佳可行技術參考文件 (Reference Document on Best Available Techniques for [Large Combustion Plants](#))」適用版本所列示「新設廠 (New plants)」或「新設備 (New installations)」能源效率相關之製程技術項目之內容及效率值。

行業別「最佳可行技術參考文件」	適用版本
大型燃燒廠 Large Combustion Plants	D1 (2013) ^註

註：D 係指歐盟「工業排放指令 (Directive 2010/75 on industrial emissions; 簡稱 IED)」最佳可行技術參考文件系列 (Best Available Techniques Reference Documents) 草案；D1 (2013) 係指 2013 年之版本。

(三) 前項參考文件，表 10.2 所載說明 (2) 修正為：「因臺灣本土條件、運轉模式設計差異等因素之影響，能源效率除 (1) 外，下限值可酌予再降低。」；說明 (3) 不予適用。

附表三、石油煉製類或能源使用類製程技術項目應符合之最佳可行技術

一、石油煉製類：

應符合下列歐盟「石油與天然氣煉製業最佳可行技術參考文件 (Reference Document on Best Available Techniques for Refining of Mineral Oil and Gas)」適用版本所列示「新設廠 (New plants)」或「新設備 (New installations)」能源效率相關之製程技術項目之內容及效率值。

行業別「最佳可行技術參考文件」	適用版本
石油與天然氣煉製業 Refining of Mineral Oil and Gas	BREF (2015) ^註

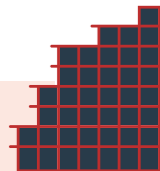
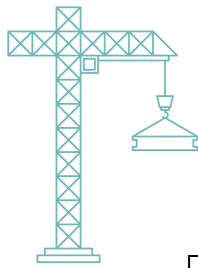
註：BREF 係指歐盟「工業排放指令 (Directive 2010/75 on industrial emissions；簡稱 IED)」最佳可行技術參考文件系列 (Best Available Techniques Reference Documents)；BREF (2015) 係指 2015 年版本。

二、能源使用類：

應符合下列歐盟相同行業「最佳可行技術參考文件」適用版本所列示「新設廠 (New plants)」或「新設備 (New installations)」能源效率相關之製程技術項目之內容及效率值。惟半導體業或面板產業者應符合附表四之規定。

行業別 ^{註1} 「最佳可行技術參考文件」	適用版本
(一) 陶瓷製造業 Ceramic Manufacturing Industry	BREF (2007) ^{註2}
(二) 鐵類金屬加工業 Ferrous Metals Processing Industry	BREF (2001)
(三) 食品、飲料與牛奶業 Food, Drink and Milk Industries	BREF (2006)
(四) 鋼鐵產業 Iron and Steel Production	BREF (2013)
(五) 大宗無機化工業 (氨、酸、肥料) Large Volume Inorganic	BREF (2007)

行業別 ^{註1} 「最佳可行技術參考文件」	適用版本
(六) Chemicals – Ammonia, Acids and Fertilisers Industries 大宗無機化工業 (固體與其他) Large Volume Inorganic Chemicals – Solids and Others Industry	BREF (2007)
(七) 大宗有機化工業 Large Volume Organic Chemical Industry	BREF (2003)
(八) 玻璃製造業 Manufacture of Glass	BREF (2013)
(九) 有機精密化學製造業 Manufacture of Organic Fine Chemicals	BREF (2006)
(十) 有色金屬工業 Non-ferrous Metals Industries	BREF (2001)
(十一) 水泥、石灰與氧化鎂生產業 Production of Cement, Lime and Magnesium Oxide	BREF (2013)
(十二) 氯鹼生產業 Production of Chlor-alkali	BREF (2014)
(十三) 聚合物生產業 Production of Polymers	BREF (2007)
(十四) 紙漿與造紙業 Production of Pulp, Paper and Board	BREF (2015)
(十五) 特用無機化學品生產業 Production of Speciality Inorganic Chemicals	BREF (2007)
(十六) 屠宰與動物加工品業 Slaughterhouses and Animals By-products Industries	BREF (2005)
(十七) 冶煉與鑄造業 Smitheries and Foundries Industry	BREF (2005)
(十八) 金屬與塑料之表面處理業 Surface Treatment of Metals and Plastics	BREF (2006)



行業別 ^{註1} 「最佳可行技術參考文件」	適用版本
(十九) 以有機溶劑進行表面處理業 Surface Treatment Using Organic Solvents	BREF (2007)

行業別 ^{註1} 「最佳可行技術參考文件」	適用版本
(二十) 生皮鞣製業 Tanning of Hides and Skins	BREF (2013)
(二十一) 紡織業 Textiles Industry	BREF (2003)

註 1：此處行業，係指歐盟「工業排放指令 (Directive 2010/75 on industrial emissions；簡稱 IED)」下所發布最佳可行技術參考文件系列 (Best Available Techniques Reference Documents) 之行業。

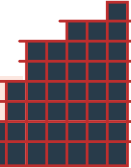
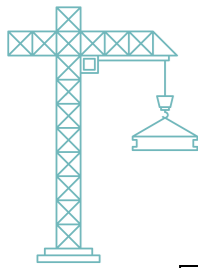
註 2：BREF 係指歐盟「工業排放指令 (Directive 2010/75 on industrial emissions；簡稱 IED)」最佳可行技術參考文件系列 (Best Available Techniques Reference Documents)；BREF (2007) 係指 2007 年之版本。

附表四、半導體或面板產業製程技術項目應符合之最佳可行技術

半導體業或面板產業之能源用戶，應符合下列相同行業「最佳可行技術」所列示能源效率相關製程技術項目之內容及效率值。

一、半導體產業製程技術項目應符合之最佳可行技術

半導體產業製程技術項目最佳可行技術	
(一)	機台附屬設備之選用： 選用高能源效率附屬設備 (如真空泵 (Vacuum Pump)、尾氣處理設備 (local scrubber)、冷卻器 (chiller)、加熱器 (heater) 等)。
(二)	節能設計： 1. 評估量測主副機台耗能 (如 SEMI S23 - 半導體製造設備之能源、電力、原料節約基準或其他方式)，採最適節能措施。 2. 電氣元件符合國際最新節能設施規範 (如等同或優於 IE3 等級 - 超高效率)；電氣設施採變頻控制 (如機台所使用之泵浦加裝變頻裝置或節能調節器等)。 3. 主機台與附屬設備間選採具備節省能源考量之硬體與控制設計，如各類待機模式 (休眠模式 (Sleep mode)、待機模式 (Idle mode)) 等。 4. 系統 (utility) 節能最適化：排氣、冷卻、壓縮空氣、惰性氣體 (如氮氣) 等用量調整之設計與管理機制。



(三) 製程技術能源使用強度：
代工 6 吋以下、代工 8 吋、DRAM8 吋之製程技術，須符合前 10% (Top 10) 能源使用強度標竿值，如下表：

單位：度電/矽晶圓面積-平方公分

	代工 6 吋以下 ^{註 1}	代工 8 吋 ^{註 2}	DRAM8 吋
能源使用強度	0.756	0.876	0.930

註 1：適用 6 吋平均光罩層數 (mask layer) 14 以下者。
 註 2：適用 8 吋平均光罩層數 (mask layer) 15 以下者。
 註 3：6 吋平均光罩層數超過 14 層、8 吋平均光罩層數超過 15 層者，或因法規限制、專利權保護、國際貿易障礙或其他不可歸責於申請人等因素，致不能符合者，經提出資料佐證，不受其限制。
 註 4：能源使用強度計算公式：

$$\text{能源使用強度} = \frac{\text{全廠單一尺寸相同製程之年電力使用量(度電)}}{\text{單一尺寸相同製程之矽晶圓產出面積(平方公尺)}}$$

前述單一尺寸相同製程之矽晶圓年產出面積，計算式為： $\pi \times r^2 \times$ 矽晶圓產出片數 (片)，其中 π 為 3.1415926、 r 為矽晶圓半徑 (公分)。

二、面板產業製程技術項目應符合之最佳可行技術

面板產業製程技術項目最佳可行技術

(一) 機台附屬設備之選用：
 1. 儘可能評估其能源效率。
 2. 採用高能源效率或變頻控制 (如機台所使用之泵浦須加裝變頻裝置或是節能調節器等)。

(二) 節能設計：
 機台設備應符合下列項目：
 1. 具備節省能源考量之待機模式 (Idle mode) 者，或具備其他能達到相同功效之節能模式設計。
 2. 具備自動或手動控制之相對應軟體，以進行如真空泵、烤箱等耗能附屬設備待機模式下之節能控制。

(三) 製程技術能源使用強度：
 5 代廠以下、5.5 代廠至 8 代廠以下之製程技術，須符合前 10% (Top 10) 能源使用強度標竿值，如下表：

單位：度電/投入基板面積-平方公尺

	5 代廠以下 ^{註 1}	5.5 代廠至 8 代廠以下 ^{註 1}
能源使用強度	148	110

註 1：適用非晶性 (amorphous) LCD 5 道以下光罩之製程且薄膜電晶體元件陣列 (TFT-Array) 基板及彩色濾光片 (Color filter, 簡稱 CF) 實際月投片量兩者均達 120K (千片) 以上。
 註 2：因法規限制、專利權保護、國際貿易障礙或其他不可歸責於申請者申請人等因素，致不能符合者，經提出資料佐證，不受其限制。
 註 3：能源使用強度計算公式：

$$\text{能源使用強度} = \frac{\text{全廠相同世代製程之年電力使用量(度電)}}{\text{相同世代玻璃基板年投入面積(平方公尺)}}$$

前述相同世代玻璃基板年投入面積，指各尺寸基板及彩色濾光片面積 (平方公尺/片) \times 各尺寸基板投入片數 (片)。

附錄 2、能源使用說明書之格式及應記載事項

肆、能源使用類

一、撰寫格式說明

- (一) 說明書之文字以橫式書寫，文字、圖、表頁之字體須清晰且間距分明，編製應精要確實，每頁用紙規格為 A4 (21 公分乘 29.7 公分)，除特殊規格圖表外應採雙面印製。
- (二) 地圖或照片應註明出處，如為彩色版請以彩色列印，圖表超過規格時，得摺頁處理，其縮小或影印須清晰易讀。
- (三) 申請人應檢附紙本乙式 15 份，以 Microsoft Word 格式儲存之能源使用說明書及相關電子檔案光碟片一份。

二、基本資料表

填寫日期： 年 月 日

(一) 申請人基本資料						
1.計畫名稱						
2.申請人 ^{註1}						
3.負責人						
4.地址						
5.計畫聯絡人						
6.聯絡電話			7.傳真			
8.電子郵件						
9.行業別 ^{註2}						
(二) 計畫基本資料						
1.計畫內容概述	(1)計畫位址 ^{註3}					
	(2)所屬區位 ^{註4}		<input type="checkbox"/> 北區 <input type="checkbox"/> 中區 <input type="checkbox"/> 南區 <input type="checkbox"/> 離島			
	(3)施工期間 ^{註5}		年 月 至 年 月			
	(4)計畫商轉年/月		年 月			
2.能源使用種類與數量	(1)能源使用設施	A.種類	<input type="checkbox"/> 煤炭 (公噸/年)	<input type="checkbox"/> 天然氣 (千立方公尺/年)	<input type="checkbox"/> 電力 ^{註6} (千瓩)	
		B.數量 ^{註7}	已完工			
			申請許可			
	A.種類	石油產品 ^{註8} (公秉/年)				
B.數量	已完工	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	申請許可					

(2)以化石能源為燃料之汽電共生設備	<input type="checkbox"/> 設置	<input type="checkbox"/> 燃煤機組 <input type="checkbox"/> 燃氣機組 <input type="checkbox"/> 燃油機組 額定熱輸入功率 ^{註9} ： _____(MW _{th}) Rated thermal input 裝置容量： _____ (MW _e) Installed capacity 有效熱能比率 ^{註10} ： _____ (%) 淨電效率 ^{註11} ： _____ (% , LHV) Electrical efficiency 總熱效率 ^{註12} ： _____ (% , LHV) Fuel utilisation
	<input type="checkbox"/> 未設置	

註 1：申請人為大型投資生產計畫之能源用戶，填具於經濟部登記之法人名稱與統一編號；尚在設立階段者，得填具籌備處名稱。

註 2：依中華民國行業標準分類所定行業別填寫。

註 3：計畫位址係指新設或擴建能源使用設施所在地點廠址，尚無廠址編列者可填地號。

註 4：係指計畫位址所屬區位。北區，指鳳山溪以北及和平溪以北；中區，指鳳山溪以南、濁水溪以北及花蓮縣；南區，指濁水溪以南且非屬北區或中區之區域及臺東縣；離島，指其電力未與臺灣本島電力網連結之島嶼。

註 5：請依西元年月日填寫。

註 6：指與電業供電契約容量或自用發電設備供電量。

註 7：數量於新設計畫指申請計畫商轉日後全年最大用量；於擴設計畫指申請計畫商轉日後新增全年最大用量。各類能源使用數量除電力外，如有設置汽電共生設備者，其能源使用數量應為汽電共生設備與其他主要能源使用設施之能源使用最大數量合計。

註 8：石油產品請註明其種類名稱，如燃料油、柴油…等。

註 9：額定熱輸入功率：以設備最大連續燃料燃燒流量，乘上該燃料的總熱值，並以百萬瓦熱能單位來表示。

註 10：依汽電共生系統實施辦法第三條定義計算之有效熱能比率。

註 11：淨電效率計算公式如下：

$$\eta_{net} = \frac{P_{el,net}}{m_{fuel}H_u} = \frac{P_{el,gross} - P_{aux}}{m_{fuel}H_u}$$

P_{el,gross}:設計條件下最佳化最大電能產出(kWh) X 860(Kcal/kWh)

P_{el,net}:設計條件下最佳化最大淨電能產出(kWh) X 860(Kcal/kWh)

P_{aux}:廠內用電設計值(kWh) X 860(Kcal/KWh)

m_{fuel}:設計條件下投入燃料總量

H_u:燃料標準熱值(Kcal)，採低熱位

註 12：總熱效率計算公式如下：

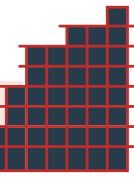
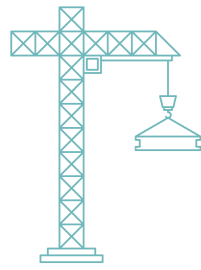
$$\epsilon_{net} = \frac{P_{el,net} + Q_{net}}{m_{fuel}H_u}$$

P_{el,net}:設計條件下最佳化最大淨電能產出(kWh) X 860(Kcal/kWh)

Q_{net}:設計條件下最佳化淨熱能產出(Kcal)

m_{fuel}:設計條件下投入燃料總量

H_u:燃料標準熱值(Kcal)，採低熱位



3. 區位說明^{註 13}



註 13：以比例尺五千分之一或一萬分之一台灣地區相片基本圖或縮圖，標示開發場所及附近一至五公里範圍內交通、河流、都市計畫、地形、地物、地貌、學校、社區等。開發面積十公頃以上（含）或線型開發十公里以上（含）之開發行為，其地理位置圖得用比例尺二萬五千分之一或五萬分之一地形圖或縮圖標示。

4. 廠區配置^{註 14}

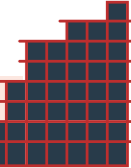
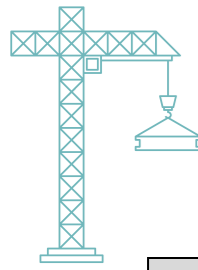


註 14：廠區配置圖須標示清楚，例如各場所（設施）之相對位置、大小、距離；並註明實際距離或比例尺、重要圖例、方位及其他有利於能源使用評估之必要事項。

三、資料檢核表

申請廠商自我檢核表	
審查項目	說明
(一)製程技術項目 ^{註15}	1. <input type="checkbox"/> 屬歐盟「最佳可行技術參考文件系列」(BREFs)規範產業， 產業別：_____。 採用版本：_____年版。 <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否為能源開發及使用評估準則附表三之相同行業適用版本。 <input type="checkbox"/> 非屬歐盟 BREFs 規範產業。
	2. (製程技術項目一) <input type="checkbox"/> 屬歐盟 BREFs 規範產業： <input type="checkbox"/> 適用 <input type="checkbox"/> 部分適用 <input type="checkbox"/> 不適用。 <input type="checkbox"/> 非屬歐盟 BREFs 規範產業。 說明如下：
	3. (請依製程技術項目，自行延伸本表格。)
(二)公用設備項目 ^{註16}	1. 依歐盟「能源效率最佳可行技術參考文件」(ENE) 採用版本： <u>BREF (2009)年版</u> 。 <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 為能源開發及使用評估準則附表一公用設備技術項目適用版本。
	2. 是否設有燃燒處理系統： <input type="checkbox"/> 是，說明如下列第 1 至 23 項 BAT <input type="checkbox"/> 否，說明：(說明未設置理由，無須填答下列第 1 至 23 項 BAT)
	燃燒處理系統 BAT 項目
	(1) 褐煤預乾燥(Lignite pre-drying) <input type="checkbox"/> 適用 <input type="checkbox"/> 部分適用 <input type="checkbox"/> 不適用 說明如下：
(2) 煤氣化(Coal gasification) <input type="checkbox"/> 適用 <input type="checkbox"/> 部分適用 <input type="checkbox"/> 不適用 說明如下：	
(3) 燃料乾燥(Fuel drying) <input type="checkbox"/> 適用 <input type="checkbox"/> 部分適用 <input type="checkbox"/> 不適用 說明如下：	

申請廠商自我檢核表	
審查項目	說明
	(4) 生質燃料氣化(Biomass gasification) <input type="checkbox"/> 適用 <input type="checkbox"/> 部分適用 <input type="checkbox"/> 不適用 說明如下：
	(5) 樹皮壓榨(Bark pressing) <input type="checkbox"/> 適用 <input type="checkbox"/> 部分適用 <input type="checkbox"/> 不適用 說明如下：
	(6) 裝設膨脹渦輪機以回收壓縮氣體的能量(Expansion turbine to recover the energy content of pressurized gases) <input type="checkbox"/> 適用 <input type="checkbox"/> 部分適用 <input type="checkbox"/> 不適用 說明如下：
	(7) 採先進電腦控制燃燒條件以減少污染物排放和提高鍋爐性能(Advanced computerised control of combustion conditions for emission reduction and boiler performance) <input type="checkbox"/> 適用 <input type="checkbox"/> 部分適用 <input type="checkbox"/> 不適用 說明如下：
	(8) 使用煙氣熱量提供區域供熱(Use of the heat content of the flue-gas for district heating) <input type="checkbox"/> 適用 <input type="checkbox"/> 部分適用 <input type="checkbox"/> 不適用 說明如下：
	(9) 減少使用過量空氣(Low excess air) <input type="checkbox"/> 適用 <input type="checkbox"/> 部分適用 <input type="checkbox"/> 不適用 說明如下：

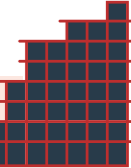
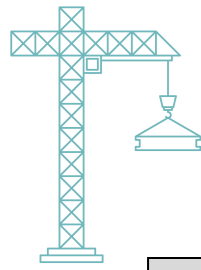


申請廠商自我檢核表	
審查項目	說明
	(10) 降低排氣溫度(Lowering of exhaust gas temperatures) <input type="checkbox"/> 適用 <input type="checkbox"/> 部分適用 <input type="checkbox"/> 不適用 說明如下：
	(11) 降低煙氣一氧化碳濃度(Low CO concentration in the flue-gas) <input type="checkbox"/> 適用 <input type="checkbox"/> 部分適用 <input type="checkbox"/> 不適用 說明如下：
	(12) 熱能聚集(儲存)(Heat accumulation) <input type="checkbox"/> 適用 <input type="checkbox"/> 部分適用 <input type="checkbox"/> 不適用 說明如下：
	(13) 冷卻塔水排放(Cooling tower discharge) <input type="checkbox"/> 適用 <input type="checkbox"/> 部分適用 <input type="checkbox"/> 不適用 說明如下：
	(14) 採用各種冷卻系統的技術(Different techniques for the cooling system) <input type="checkbox"/> 適用 <input type="checkbox"/> 部分適用 <input type="checkbox"/> 不適用 說明如下：
	(15) 使用廢熱預熱氣體燃料(Preheating of fuel gas by using waste heat) <input type="checkbox"/> 適用 <input type="checkbox"/> 部分適用 <input type="checkbox"/> 不適用 說明如下：

申請廠商自我檢核表	
審查項目	說明
	(16) 預熱燃燒用進氣(Preheating of combustion air) <input type="checkbox"/> 適用 <input type="checkbox"/> 部分適用 <input type="checkbox"/> 不適用 說明如下：
	(17) 再生式和蓄熱型燃燒器(Recuperative and regenerative burners) <input type="checkbox"/> 適用 <input type="checkbox"/> 部分適用 <input type="checkbox"/> 不適用 說明如下：
	(18) 燃燒器調整與控制(Burner regulation and control) <input type="checkbox"/> 適用 <input type="checkbox"/> 部分適用 <input type="checkbox"/> 不適用 說明如下：
	(19) 燃料選用(Fuel choice) <input type="checkbox"/> 適用 <input type="checkbox"/> 部分適用 <input type="checkbox"/> 不適用 說明如下：
	(20) 富氧燃燒技術(Oxy-firing (oxyfuel)) <input type="checkbox"/> 適用 <input type="checkbox"/> 部分適用 <input type="checkbox"/> 不適用 說明如下：
	(21) 藉由隔熱材減少熱損失(Reducing heat losses by insulation) <input type="checkbox"/> 適用 <input type="checkbox"/> 部分適用 <input type="checkbox"/> 不適用 說明如下：

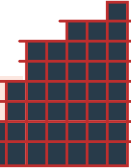
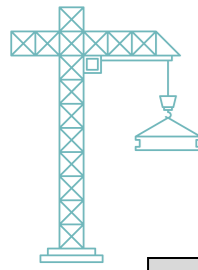
申請廠商自我檢核表	
審查項目	說明
	<p>(22) 減少經由爐口熱損(Reducing losses through furnace doors)</p> <p><input type="checkbox"/>適用</p> <p><input type="checkbox"/>部分適用</p> <p><input type="checkbox"/>不適用</p> <p>說明如下：</p>
	<p>(23) 流體化床燃燒(Fluidised bed combustion)</p> <p><input type="checkbox"/>適用</p> <p><input type="checkbox"/>部分適用</p> <p><input type="checkbox"/>不適用</p> <p>說明如下：</p>
	<p>3. 是否設有蒸汽處理系統：</p> <p><input type="checkbox"/>是，說明如下列第 1 至 28 項 BAT</p> <p><input type="checkbox"/>否，說明：(說明未設置理由，無須填答下列第 1 至 28 項 BAT)</p>
蒸汽處理系統 BAT 項目	<p>(1) 設計-蒸汽配管系統的節能設計和安裝(Energy efficient design and installation of steam distribution pipework)</p> <p><input type="checkbox"/>適用</p> <p><input type="checkbox"/>部分適用</p> <p><input type="checkbox"/>不適用</p> <p>說明如下：</p>
	<p>(2) 設計-採用節流裝置及背壓渦輪機裝置，以背壓渦輪機裝置替代釋壓閥(Throttling devices and the use of backpressure turbines: utilize backpressure turbines instead of PRVs)</p> <p><input type="checkbox"/>適用</p> <p><input type="checkbox"/>部分適用</p> <p><input type="checkbox"/>不適用</p> <p>說明如下：</p>
	<p>(3) 操作與控制-改善操作程序與鍋爐控制(Improve operating procedures and boiler controls)</p> <p><input type="checkbox"/>適用</p> <p><input type="checkbox"/>部分適用</p> <p><input type="checkbox"/>不適用</p> <p>說明如下：</p>

申請廠商自我檢核表	
審查項目	說明
	<p>(4) 操作與控制-鍋爐採用順序控制 (適用配備一座以上鍋爐的工廠) (Use sequential boiler controls (apply only to sites with more than one boiler))</p> <p><input type="checkbox"/>適用</p> <p><input type="checkbox"/>部分適用</p> <p><input type="checkbox"/>不適用</p> <p>說明如下：</p>
	<p>(5) 操作與控制-安裝煙道氣用風門裝置 (dampers) (適用配備一座以上鍋爐的工廠) (Install flue-gas isolation dampers (applicable only to sites with more than one boiler))</p> <p><input type="checkbox"/>適用</p> <p><input type="checkbox"/>部分適用</p> <p><input type="checkbox"/>不適用</p> <p>說明如下：</p>
	<p>(6) 蒸汽產生-藉由使用下列飼水預熱方式(Preheat feed-water by using)：</p> <ul style="list-style-type: none"> 製程廢熱(waste heat) 使用燃燒空氣的節熱器(economisers using combustion air) 飼水脫氣處理並加熱冷凝水 (deaerated feed-water to heat condensate) 透過熱交換器以蒸汽加熱至脫氣裝置之飼水 (condensing the steam used for stripping and heating the feed water to the deaerator via a heat exchanger) <p><input type="checkbox"/>適用</p> <p><input type="checkbox"/>部分適用</p> <p><input type="checkbox"/>不適用</p> <p>說明如下：</p>
	<p>(7) 蒸汽產生-熱傳表面爐垢堆積的預防與移除 (清潔鍋爐的傳熱面) (Prevention and removal of scale deposits on heat transfer surfaces. (Clean boiler heat transfer surfaces))</p> <p><input type="checkbox"/>適用</p> <p><input type="checkbox"/>部分適用</p> <p><input type="checkbox"/>不適用</p> <p>說明如下：</p>



申請廠商自我檢核表	
審查項目	說明
	<p>(8) 蒸汽產生-藉由改善水處理及安裝總溶解固體物自動控制以減少鍋爐沖放(Minimise boiler blowdown by improving water treatment. Install automatic total dissolved solids control)</p> <p><input type="checkbox"/>適用 <input type="checkbox"/>部分適用 <input type="checkbox"/>不適用 說明如下：</p>
	<p>(9) 蒸汽產生-貼加/修復鍋爐耐火材料(Add/restore boiler refractory)</p> <p><input type="checkbox"/>適用 <input type="checkbox"/>部分適用 <input type="checkbox"/>不適用 說明如下：</p>
	<p>(10) 蒸汽產生-脫氣裝置的排放率最佳化(Optimise deaerator vent rate)</p> <p><input type="checkbox"/>適用 <input type="checkbox"/>部分適用 <input type="checkbox"/>不適用 說明如下：</p>
	<p>(11) 蒸汽產生-減低鍋爐短週期運轉損失(Minimise boiler short cycling losses)</p> <p><input type="checkbox"/>適用 <input type="checkbox"/>部分適用 <input type="checkbox"/>不適用 說明如下：</p>
	<p>(12) 蒸汽產生-實施鍋爐維修保養計畫(Carrying out boiler maintenance)</p> <p><input type="checkbox"/>適用 <input type="checkbox"/>部分適用 <input type="checkbox"/>不適用 說明如下：</p>

申請廠商自我檢核表	
審查項目	說明
	<p>(13) 分配-蒸汽分配系統最佳化(Optimise steam distribution systems (especially to cover the issues below))</p> <p><input type="checkbox"/>適用 <input type="checkbox"/>部分適用 <input type="checkbox"/>不適用 說明如下：</p>
	<p>(14) 分配-隔離停用管線(Isolate steam from unused lines)</p> <p><input type="checkbox"/>適用 <input type="checkbox"/>部分適用 <input type="checkbox"/>不適用 說明如下：</p>
	<p>(15) 分配-蒸汽管路與冷凝水回流管路保溫(Insulation on steam pipes and condensate return pipes. (Ensure that steam system piping, valves, fittings and vessels are well insulated))</p> <p><input type="checkbox"/>適用 <input type="checkbox"/>部分適用 <input type="checkbox"/>不適用 說明如下：</p>
	<p>(16) 分配-執行蒸汽祛水器控制與修復計畫(Implement a control and repair programme for steam traps)</p> <p><input type="checkbox"/>適用 <input type="checkbox"/>部分適用 <input type="checkbox"/>不適用 說明如下：</p>
	<p>(17) 回收-冷凝水收集與送回到鍋爐再使用(Collect and return condensate to the boiler for re-use. (Optimise condensate recovery))</p> <p><input type="checkbox"/>適用 <input type="checkbox"/>部分適用 <input type="checkbox"/>不適用 說明如下：</p>
	<p>(18) 回收-蒸氣沖放 (Flash steam) 蒸汽的再使用(Re-use of flash-steam. (Use high pressure condensate to make low pressure steam))</p> <p><input type="checkbox"/>適用 <input type="checkbox"/>部分適用 <input type="checkbox"/>不適用 說明如下：</p>



申請廠商自我檢核表	
審查項目	說明
	(19) 回收-回收鍋爐沖放水 (blowdown) 的能源(Recover energy from boiler blowdown) <input type="checkbox"/> 適用 <input type="checkbox"/> 部分適用 <input type="checkbox"/> 不適用 說明如下：
	(20) 其他-裝設膨脹渦輪機以回收壓縮氣體的能源 (Expansion turbine to recover the energy content of pressurised gases) <input type="checkbox"/> 適用 <input type="checkbox"/> 部分適用 <input type="checkbox"/> 不適用 說明如下：
	(21) 其他-更換渦輪機葉片 (Change turbine blades) <input type="checkbox"/> 適用 <input type="checkbox"/> 部分適用 <input type="checkbox"/> 不適用 說明如下：
	(22) 其他-使用先進材料達到高蒸汽參數需求(Use advanced materials to reach high steam parameters) <input type="checkbox"/> 適用 <input type="checkbox"/> 部分適用 <input type="checkbox"/> 不適用 說明如下：
	(23) 其他-採超臨界蒸汽參數(Supercritical steam parameters) <input type="checkbox"/> 適用 <input type="checkbox"/> 部分適用 <input type="checkbox"/> 不適用 說明如下：
	(24) 其他-二次加熱(Double reheat) <input type="checkbox"/> 適用 <input type="checkbox"/> 部分適用 <input type="checkbox"/> 不適用 說明如下：

申請廠商自我檢核表	
審查項目	說明
	(25) 其他-再生式飼水加熱(Regenerative feed-water) <input type="checkbox"/> 適用 <input type="checkbox"/> 部分適用 <input type="checkbox"/> 不適用 說明如下：
	(26) 其他-運用煙道氣熱量進行區域供熱(Use of heat content of the flue-gas for district heating) <input type="checkbox"/> 適用 <input type="checkbox"/> 部分適用 <input type="checkbox"/> 不適用 說明如下：
	(27) 其他-蓄熱式設計(Heat accumulation) <input type="checkbox"/> 適用 <input type="checkbox"/> 部分適用 <input type="checkbox"/> 不適用 說明如下：
	(28) 其他-先進電腦控制之氣渦輪機及熱回收鍋爐 (Advanced computerised control of the gas turbine and subsequent recovery boilers) <input type="checkbox"/> 適用 <input type="checkbox"/> 部分適用 <input type="checkbox"/> 不適用 說明如下：
	4. 是否設有熱回收系統： <input type="checkbox"/> 是，說明如下列第 1 至 2 項 BAT <input type="checkbox"/> 否，說明：(說明未設置理由，無須填答下列第 1 至 2 項 BAT)
熱回收系統 BAT 項目	(1) 定期監測效率(monitring the efficiency periodically) <input type="checkbox"/> 適用 <input type="checkbox"/> 部分適用 <input type="checkbox"/> 不適用 說明如下：

申請廠商自我檢核表	
審查項目	說明
	(2) 預防或去除積灰(preventing or removing fouling) <input type="checkbox"/> 適用 <input type="checkbox"/> 部分適用 <input type="checkbox"/> 不適用 說明如下：
	5. 是否設有電力供應系統： <input type="checkbox"/> 是，說明如下列第 1 至 8 項 BAT <input type="checkbox"/> 否，說明：(說明未設置理由，無須填答下列第 1 至 8 項 BAT)
電力供應系統 BAT 項目	(1) 在交流電路中，安裝電容器減少虛功(Installing capacitors in the AC circuits to decrease the magnitude of reactive power) <input type="checkbox"/> 適用 <input type="checkbox"/> 部分適用 <input type="checkbox"/> 不適用 說明如下：
	(2) 減小馬達空轉或低負載的運轉(Minimising the operation of idling or lightly loaded motors) <input type="checkbox"/> 適用 <input type="checkbox"/> 部分適用 <input type="checkbox"/> 不適用 說明如下：
	(3) 避免設備過載運轉(Avoiding the operation of equipment above its rated voltage) <input type="checkbox"/> 適用 <input type="checkbox"/> 部分適用 <input type="checkbox"/> 不適用 說明如下：
	(4) 使用高效型馬達(Using energy efficient motors) <input type="checkbox"/> 適用 <input type="checkbox"/> 部分適用 <input type="checkbox"/> 不適用 說明如下：

申請廠商自我檢核表	
審查項目	說明
	(5) 確保電纜線線徑符合電力需求 (Ensure power cables have the correct dimensions for the power demand) <input type="checkbox"/> 適用 <input type="checkbox"/> 部分適用 <input type="checkbox"/> 不適用 說明如下：
	(6) 保持變壓器 40~50%以上的負載率(Keep online transformer(s) operating at a load above 40~50 % of the rated power) <input type="checkbox"/> 適用 <input type="checkbox"/> 部分適用 <input type="checkbox"/> 不適用 說明如下：
	(7) 使用高效率/低損失變壓器(Use high efficiency/low loss transformers) <input type="checkbox"/> 適用 <input type="checkbox"/> 部分適用 <input type="checkbox"/> 不適用 說明如下：
	(8) 將高用電設備儘量安裝在接近電源側(如變壓器)(Place equipment with a high current demand as close as possible to the power source (e.g. transformer)) <input type="checkbox"/> 適用 <input type="checkbox"/> 部分適用 <input type="checkbox"/> 不適用 說明如下：
	6. 是否設有電動馬達推動子系統： <input type="checkbox"/> 是，說明如下列第 1 至 7 項 BAT <input type="checkbox"/> 否，說明：(說明未設置理由，無須填答下列第 1 至 7 項 BAT)
電動馬達推動子系統 BAT 項目	(1) 使用高效型馬達 (EEM) (Using energy efficient motors (EEM)) <input type="checkbox"/> 適用 <input type="checkbox"/> 部分適用 <input type="checkbox"/> 不適用 說明如下：

申請廠商自我檢核表	
審查項目	說明
	<p>(2) 馬達規格適當(Proper motor sizing)</p> <p><input type="checkbox"/>適用</p> <p><input type="checkbox"/>部分適用</p> <p><input type="checkbox"/>不適用</p> <p>說明如下：</p>
	<p>(3) 安裝高效變速裝置(Installing high efficiency transmission/reducers)</p> <p><input type="checkbox"/>適用</p> <p><input type="checkbox"/>部分適用</p> <p><input type="checkbox"/>不適用</p> <p>說明如下：</p>
	<p>(4) 降低馬達與負載間傳動系統損失(Use: direct coupling where possible, synchronous belts or cogged V-belts in place of V belts, helical gears in place of worm gears)</p> <p><input type="checkbox"/>適用</p> <p><input type="checkbox"/>部分適用</p> <p><input type="checkbox"/>不適用</p> <p>說明如下：</p>
	<p>(5) 避免採重繞馬達(Rewinding: avoid rewinding and replace with an EEM, or use a certified rewinding contractor (EEMR))</p> <p><input type="checkbox"/>適用</p> <p><input type="checkbox"/>部分適用</p> <p><input type="checkbox"/>不適用</p> <p>說明如下：</p>
	<p>(6) 電力品質控制(Power quality control)</p> <p><input type="checkbox"/>適用</p> <p><input type="checkbox"/>部分適用</p> <p><input type="checkbox"/>不適用</p> <p>說明如下：</p>
	<p>(7) 潤滑、調整、校正(Lubrication, adjustments, tuning)</p> <p><input type="checkbox"/>適用</p> <p><input type="checkbox"/>部分適用</p> <p><input type="checkbox"/>不適用</p> <p>說明如下：</p>

申請廠商自我檢核表	
審查項目	說明
	<p>7. 是否設有空壓系統：</p> <p><input type="checkbox"/>是，說明如下列第 1 至 13 項 BAT</p> <p><input type="checkbox"/>否，說明：(說明未設置理由，無須填答下列第 1 至 13 項 BAT)</p>
空壓系統 BAT 項目	<p>(1) 系統設計、安裝或更新-整體系統設計，包括採多級壓力系統(Overall system design, including multi-pressure systems)</p> <p><input type="checkbox"/>適用</p> <p><input type="checkbox"/>部分適用</p> <p><input type="checkbox"/>不適用</p> <p>說明如下：</p>
	<p>(2) 系統設計、安裝或更新-改善冷卻、乾燥和過濾系統 (Improve cooling, drying and filtering)</p> <p><input type="checkbox"/>適用</p> <p><input type="checkbox"/>部分適用</p> <p><input type="checkbox"/>不適用</p> <p>說明如下：</p>
	<p>(3) 系統設計、安裝或更新-降低管路磨擦壓損(Reduce frictional pressure losses (for example by increasing pipe diameter))</p> <p><input type="checkbox"/>適用</p> <p><input type="checkbox"/>部分適用</p> <p><input type="checkbox"/>不適用</p> <p>說明如下：</p>
	<p>(4) 系統設計、安裝或更新-採高效驅動能馬達(Improvement of drives (high efficiency motors))</p> <p><input type="checkbox"/>適用</p> <p><input type="checkbox"/>部分適用</p> <p><input type="checkbox"/>不適用</p> <p>說明如下：</p>
	<p>(5) 系統設計、安裝或更新-採變速控制(Improvement of drives (speed control))</p> <p><input type="checkbox"/>適用</p> <p><input type="checkbox"/>部分適用</p> <p><input type="checkbox"/>不適用</p> <p>說明如下：</p>

申請廠商自我檢核表	
審查項目	說明
	(6) 系統設計、安裝或更新-使用精密控制系統(Use of sophisticated control systems) <input type="checkbox"/> 適用 <input type="checkbox"/> 部分適用 <input type="checkbox"/> 不適用 說明如下：
	(7) 系統設計、安裝或更新-廢熱回收作為其它功能用途 (Recover waste heat for use in other functions) <input type="checkbox"/> 適用 <input type="checkbox"/> 部分適用 <input type="checkbox"/> 不適用 說明如下：
	(8) 系統設計、安裝或更新-使用室外冷空氣作為進氣源 (Use external cool air as intake) <input type="checkbox"/> 適用 <input type="checkbox"/> 部分適用 <input type="checkbox"/> 不適用 說明如下：
	(9) 系統設計、安裝或更新-將壓縮空氣儲氣槽設置於使用量高度波動的附近位置(Storage of compressed air near highly-fluctuating uses) <input type="checkbox"/> 適用 <input type="checkbox"/> 部分適用 <input type="checkbox"/> 不適用 說明如下：
	(10) 系統操作、維護-特定終端使用裝置最佳化(Optimise certain end use devices) <input type="checkbox"/> 適用 <input type="checkbox"/> 部分適用 <input type="checkbox"/> 不適用 說明如下：
	(11) 系統操作、維護-減少壓縮空氣外洩(Reduce air leaks) <input type="checkbox"/> 適用 <input type="checkbox"/> 部分適用 <input type="checkbox"/> 不適用 說明如下：

申請廠商自我檢核表	
審查項目	說明
	(12) 系統操作、維護-經常更換空氣過濾器(More frequent filter replacement) <input type="checkbox"/> 適用 <input type="checkbox"/> 部分適用 <input type="checkbox"/> 不適用 說明如下：
	(13) 系統操作、維護-優化運轉壓力(Optimise working pressure) <input type="checkbox"/> 適用 <input type="checkbox"/> 部分適用 <input type="checkbox"/> 不適用 說明如下：
	8. 是否設有泵浦系統： <input type="checkbox"/> 是，說明如下列第 1 至 11 項 BAT <input type="checkbox"/> 否，說明：(說明未設置理由，無須填答下列第 1 至 11 項 BAT)
泵浦系統 BAT 項目	(1) 設計-泵浦規格避免過大(Avoid oversizing when selecting pumps and replace oversized pumps) <input type="checkbox"/> 適用 <input type="checkbox"/> 部分適用 <input type="checkbox"/> 不適用 說明如下：
	(2) 設計-泵浦與馬達匹配正確 (Match the correct choice of pump to the correct motor for the duty) <input type="checkbox"/> 適用 <input type="checkbox"/> 部分適用 <input type="checkbox"/> 不適用 說明如下：
	(3) 設計-管路系統設計(Design of pipework system) <input type="checkbox"/> 適用 <input type="checkbox"/> 部分適用 <input type="checkbox"/> 不適用 說明如下：

申請廠商自我檢核表	
審查項目	說明
	<p>(4) 設計-操作與維護-控制與調節系統(Control and regulation system)</p> <p><input type="checkbox"/>適用</p> <p><input type="checkbox"/>部分適用</p> <p><input type="checkbox"/>不適用</p> <p>說明如下：</p>
	<p>(5) 操作與維護-關閉不必要泵浦(Shut down unnecessary pumps)</p> <p><input type="checkbox"/>適用</p> <p><input type="checkbox"/>部分適用</p> <p><input type="checkbox"/>不適用</p> <p>說明如下：</p>
	<p>(6) 操作與維護-使用變速驅動器 (Use of variable speed drives (VSDs))</p> <p><input type="checkbox"/>適用</p> <p><input type="checkbox"/>部分適用</p> <p><input type="checkbox"/>不適用</p> <p>說明如下：</p>
	<p>(7) 操作與維護-使用多泵浦 (分段式) (Use of multiple pumps (staged cut in))</p> <p><input type="checkbox"/>適用</p> <p><input type="checkbox"/>部分適用</p> <p><input type="checkbox"/>不適用</p> <p>說明如下：</p>
	<p>(8) 操作與維護-常態性保養，如果非計畫性的維修過多，則須檢查：氣蝕現象、磨損、泵浦機型錯誤(Regular maintenance. Where unplanned maintenance becomes excessive, check for: cavitation, wear, wrong type of pump)</p> <p><input type="checkbox"/>適用</p> <p><input type="checkbox"/>部分適用</p> <p><input type="checkbox"/>不適用</p> <p>說明如下：</p>
	<p>(9) 配管系統-減少閥和彎頭數量，使得易於操作和保養 (Minimise the number of valves and bends commensurate with keeping ease of operation and maintenance)</p> <p><input type="checkbox"/>適用</p> <p><input type="checkbox"/>部分適用</p> <p><input type="checkbox"/>不適用</p> <p>說明如下：</p>

申請廠商自我檢核表	
審查項目	說明
	<p>(10) 配管系統-避免過多的彎頭(Avoiding using too many bends (especially tight bends))</p> <p><input type="checkbox"/>適用</p> <p><input type="checkbox"/>部分適用</p> <p><input type="checkbox"/>不適用</p> <p>說明如下：</p>
	<p>(11) 配管系統-確保管路口徑不過小(Ensuring the pipework diameter is not too small (correct pipework diameter))</p> <p><input type="checkbox"/>適用</p> <p><input type="checkbox"/>部分適用</p> <p><input type="checkbox"/>不適用</p> <p>說明如下：</p>
	<p>9. 是否設有加熱、通風和空調系統：</p> <p><input type="checkbox"/>是，說明如下列第 1 至 11 項 BAT</p> <p><input type="checkbox"/>否，說明：(說明未設置理由，無須填答下列第 1 至 11 項 BAT)</p>
加熱、通風和空調系統 BAT 項目	<p>(1) 整體系統設計：辨明下列設備區分(Overall system design. Identify and equip areas separately for)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 一般通風(general ventilation) • 特殊通風(specific ventilation) • 製程通風(process ventilation) <p><input type="checkbox"/>適用</p> <p><input type="checkbox"/>部分適用</p> <p><input type="checkbox"/>不適用</p> <p>說明如下：</p>
	<p>(2) 風口數量、型式和尺寸最佳化(Optimise the number, shape and size of intakes)</p> <p><input type="checkbox"/>適用</p> <p><input type="checkbox"/>部分適用</p> <p><input type="checkbox"/>不適用</p> <p>說明如下：</p>
	<p>(3) 風扇(Use fans)：</p> <ul style="list-style-type: none"> • 具高效率(of high efficiency) • 設計最佳轉速(designed to operate at optimal rate) <p><input type="checkbox"/>適用</p> <p><input type="checkbox"/>部分適用</p> <p><input type="checkbox"/>不適用</p> <p>說明如下：</p>

申請廠商自我檢核表	
審查項目	說明
	<p>(4) 管理空氣流動，包括考量進/排氣雙向通風(Manage airflow, including considering dual flow ventilation)</p> <p><input type="checkbox"/>適用 <input type="checkbox"/>部分適用 <input type="checkbox"/>不適用 說明如下：</p>
	<p>(5) 空氣系統設計(Air system design)：</p> <ul style="list-style-type: none"> • 圓管尺寸適當(ducts are of a sufficient size) • 圓型風管(circular ducts) • 避免過長和有過多障礙物(例如彎頭、窄管等) (avoid long runs and obstacles such as bends, narrow sections) <p><input type="checkbox"/>適用 <input type="checkbox"/>部分適用 <input type="checkbox"/>不適用 說明如下：</p>
	<p>(6) 馬達形式及容量適當並考慮安裝變速器(Optimise electric motors, and consider installing a VSD)</p> <p><input type="checkbox"/>適用 <input type="checkbox"/>部分適用 <input type="checkbox"/>不適用 說明如下：</p>
	<p>(7) 使用自動控制系統：整合集中管理 (Use automatic control systems. Integrate with centralised technical management systems)</p> <p><input type="checkbox"/>適用 <input type="checkbox"/>部分適用 <input type="checkbox"/>不適用 說明如下：</p>
	<p>(8) 整合空氣過濾器、空氣管路系統，和回收來自排氣的熱能(熱交換器) (Integration of air filters into air duct system and heat recovery from exhaust air (heat exchangers))</p> <p><input type="checkbox"/>適用 <input type="checkbox"/>部分適用 <input type="checkbox"/>不適用 說明如下：</p>

申請廠商自我檢核表	
審查項目	說明
	<p>(9) 以下列方式減少加熱/冷卻需求(Reduce heating/cooling needs by)：</p> <ul style="list-style-type: none"> • 建構隔離功能(building insulation) • 加裝有效的採光(efficient glazing) • 減少空氣滲漏(air infiltration reduction) • 大門自動關閉(automatic closure of doors) • 消除層化作用(destratification) • 停工期間降低設定溫度(程控調節功能) (lowering of temperature set point during non-production period (programmable regulation)) • 降低加熱設定溫度，提高冷卻設定溫度(reduction of the set point for heating and raising it for cooling) <p><input type="checkbox"/>適用 <input type="checkbox"/>部分適用 <input type="checkbox"/>不適用 說明如下：</p>
	<p>(10) 透過下列方式改善加熱系統效能(Improve the efficiency of heating systems through)：</p> <ul style="list-style-type: none"> • 回收使用廢熱(recovery or use of wasted heat) • 熱泵(heat pumps) • 降低大樓內開放區域的熱輻射與局部加熱系統設定溫度(radiative and local heating systems coupled with reduced temperature set points in the non occupied areas of the buildings) <p><input type="checkbox"/>適用 <input type="checkbox"/>部分適用 <input type="checkbox"/>不適用 說明如下：</p>
	<p>(11) 利用自然冷卻提升冷卻系統(Improve the efficiency of cooling systems through the use of free cooling)</p> <p><input type="checkbox"/>適用 <input type="checkbox"/>部分適用 <input type="checkbox"/>不適用 說明如下：</p>

申請廠商自我檢核表	
審查項目	說明
	<p>10. 是否設有照明系統：</p> <p><input type="checkbox"/>是，說明如下列第 1 至 5 項 BAT</p> <p><input type="checkbox"/>否，說明：(說明未設置理由，無須填答下列第 1 至 5 項 BAT)</p>
照明系統 BAT 項目	<p>(1) 照明需求分析與設計-按照任務需要的照度和明暗比 (Identify illumination requirements in terms of both intensity and spectral content required for the intended task)</p> <p><input type="checkbox"/>適用</p> <p><input type="checkbox"/>部分適用</p> <p><input type="checkbox"/>不適用</p> <p>說明如下：</p>
	<p>(2) 照明需求分析與設計-規劃空間和工作以最佳化自然採光的效能(Plan space and activities in order to optimise the use of natural light)</p> <p><input type="checkbox"/>適用</p> <p><input type="checkbox"/>部分適用</p> <p><input type="checkbox"/>不適用</p> <p>說明如下：</p>
	<p>(3) 照明需求分析與設計-按照特定用途需求選擇燈具 (Selection of fixtures and lamps according to specific requirements for the intended use)</p> <p><input type="checkbox"/>適用</p> <p><input type="checkbox"/>部分適用</p> <p><input type="checkbox"/>不適用</p> <p>說明如下：</p>
	<p>(4) 操作、控制和維護保養-使用照明管理系統，包括感知器、計時器等(Use of lighting management control systems including occupancy sensors, timers, etc.)</p> <p><input type="checkbox"/>適用</p> <p><input type="checkbox"/>部分適用</p> <p><input type="checkbox"/>不適用</p> <p>說明如下：</p>

申請廠商自我檢核表	
審查項目	說明
	<p>(5) 操作、控制和維護保養-訓練使用人員以最節能方式使用照明設備(Train building occupants to utilise lighting equipment in the most efficient manner)</p> <p><input type="checkbox"/>適用</p> <p><input type="checkbox"/>部分適用</p> <p><input type="checkbox"/>不適用</p> <p>說明如下：</p>
	<p>11. 是否設有烘乾、分離和濃縮處理系統：</p> <p><input type="checkbox"/>是，說明如下列第 1 至 11 項 BAT</p> <p><input type="checkbox"/>否，說明：(說明未設置理由，無須填答下列第 1 至 11 項 BAT)</p>
烘乾、分離 和濃縮處 理系統 BAT 項目	<p>(1) 設計-選擇最佳分離或綜合考量技術(Select the optimum separation technology or combination of techniques (below) to meet the specific process equipments)</p> <p><input type="checkbox"/>適用</p> <p><input type="checkbox"/>部分適用</p> <p><input type="checkbox"/>不適用</p> <p>說明如下：</p>
	<p>(2) 操作-使用流程內之過剩熱氣(Use of surplus heat from other processes)</p> <p><input type="checkbox"/>適用</p> <p><input type="checkbox"/>部分適用</p> <p><input type="checkbox"/>不適用</p> <p>說明如下：</p>
	<p>(3) 操作-使用兩種以上之綜合比較(Use a combination of techniques)</p> <p><input type="checkbox"/>適用</p> <p><input type="checkbox"/>部分適用</p> <p><input type="checkbox"/>不適用</p> <p>說明如下：</p>
	<p>(4) 操作-採用過濾等機械處理(Mechanical processes, e.g. filtration, membrane filtration)</p> <p><input type="checkbox"/>適用</p> <p><input type="checkbox"/>部分適用</p> <p><input type="checkbox"/>不適用</p> <p>說明如下：</p>

申請廠商自我檢核表	
審查項目	說明
	<p>(5) 操作-直接加熱乾燥(Thermal processes)</p> <p><input type="checkbox"/>適用</p> <p><input type="checkbox"/>部分適用</p> <p><input type="checkbox"/>不適用</p> <p>說明如下：</p>
	<p>(6) 操作-間接加熱乾燥(Direct drying)</p> <p><input type="checkbox"/>適用</p> <p><input type="checkbox"/>部分適用</p> <p><input type="checkbox"/>不適用</p> <p>說明如下：</p>
	<p>(7) 操作-過熱蒸汽(Superheated steam)</p> <p><input type="checkbox"/>適用</p> <p><input type="checkbox"/>部分適用</p> <p><input type="checkbox"/>不適用</p> <p>說明如下：</p>
	<p>(8) 操作-乾燥製程熱回收(Heat recovery (including MVR and heat pumps))</p> <p><input type="checkbox"/>適用</p> <p><input type="checkbox"/>部分適用</p> <p><input type="checkbox"/>不適用</p> <p>說明如下：</p>
	<p>(9) 操作-乾燥系統具備隔熱功能(Optimise insulation of the drying system)</p> <p><input type="checkbox"/>適用</p> <p><input type="checkbox"/>部分適用</p> <p><input type="checkbox"/>不適用</p> <p>說明如下：</p>
	<p>(10) 控制-熱輻射處理(Radiation processes)</p> <p><input type="checkbox"/>適用</p> <p><input type="checkbox"/>部分適用</p> <p><input type="checkbox"/>不適用</p> <p>說明如下：</p>

申請廠商自我檢核表	
審查項目	說明
	<p>(11) 控制-熱乾燥流程自動化(Process automation in thermal drying processes)</p> <p><input type="checkbox"/>適用</p> <p><input type="checkbox"/>部分適用</p> <p><input type="checkbox"/>不適用</p> <p>說明如下：</p>
<p>(三) 是否設有汽電共生設備項目</p> <p><input type="checkbox"/>是，說明如下列第 1 至 4 項</p> <p><input type="checkbox"/>否，說明：(說明未設置理由，無須填答下列第 1 至 4 項)：</p>	
汽電共生設備項目	<p>1. <input type="checkbox"/>符合歐盟相同行業「最佳可行技術參考文件系列」(BREFs)關於汽電共生之內容</p> <p>產業別：_____</p> <p>採用版本：_____年版</p> <p><input type="checkbox"/>是 <input type="checkbox"/>否為能源開發及使用評估準則附表三之相同行業適用版本</p> <p><input type="checkbox"/>符合歐盟「能源效率最佳可行技術參考文件」(ENE) 關於汽電共生之內容</p> <p>採用版本：_____年版</p> <p><input type="checkbox"/>是 <input type="checkbox"/>否 為能源開發及使用評估準則附表一公用設備技術項目適用版本</p>
	<p>2. 淨電效率 Electrical efficiency^{註 15}：_____(%,LHV)；</p> <p>總熱效率 Fuel utilisation^{註 18}：_____(%, LHV)</p> <p>(1) <input type="checkbox"/>燃煤機組：額定熱輸入功率 Rated thermal input_____ (MWth)</p> <p>裝置容量 Installed capacity_____ (千瓩)</p> <p>(2) <input type="checkbox"/>燃氣機組：額定熱輸入功率 Rated thermal input_____ (MWth)</p> <p>裝置容量 Installed capacity_____ (千瓩)</p> <p>(3) <input type="checkbox"/>燃油機組：額定熱輸入功率 Rated thermal input_____ (MWth)</p> <p>裝置容量 Installed capacity_____ (千瓩)</p> <p>說明如下^{註 19}：</p>
	<p>3. (汽電共生設備技術項目一)</p> <p><input type="checkbox"/>符合歐盟相同行業 BREFs 規範汽電共生設備技術項目</p> <p><input type="checkbox"/>符合歐盟「能源效率最佳可行技術參考文件」(ENE) 汽電共生設備技術項目</p> <p>說明如下：</p>
	<p>4. (請依汽電共生設備技術項目，自行延伸本表格。)</p>

(另須補充說明之事項，請自行延伸本表格。)

註 15：製程技術項目如屬歐盟 BREFs 規範產業且符合其規範者，應說明符合項目。製程技術項目如屬歐盟 BREFs 規範產業，然未符合其規範者，應說明其未能符合之原由。製程技術項目如屬半導體業或面板產業且符合其規範者，應說明符合項目。製程技術項目如屬半導體業或面板產業，然未符合其規範者，應說明其未能符合之原由。製程技術項目如非屬歐盟 BREFs 規範產業且非半導體業或面板產

業者，應自提製程技術項目之質化或量化效率說明。

註 16：公用設備項目包含：燃燒處理系統；泵浦系統；蒸汽處理系統；加熱、通風和空調系統；熱回收系統；照明系統；電力供應系統；烘乾、分離和濃縮處理系統；電動馬達推動子系統；空壓系統等 10 項。如設有該項公用設備項目，勾選“是”並依下方各項 BAT 逐項填答；如未設有該項公用設備項目者，勾選“否”並說明未設置理由，無須再就下方各項 BAT 填答。

註 17：淨電效率計算公式如下：

$$\eta_{net} = \frac{P_{el,net}}{m_{fuel}H_u} = \frac{P_{el,gross} - P_{aux}}{m_{fuel}H_u}$$

$P_{el,gross}$: 設計條件下最佳化最大電能產出(kWh) X 860(Kcal/kWh)

$P_{el,net}$: 設計條件下最佳化最大淨電能產出(kWh) X 860(Kcal/kWh)

P_{aux} : 廠內用電設計值(kWh) X 860(Kcal/KWh)

m_{fuel} : 設計條件下投入燃料總量

H_u : 燃料標準熱值(Kcal)，採低熱位

註 18：總熱效率計算公式如下：

$$\epsilon_{net} = \frac{P_{el,net} + Q_{net}}{m_{fuel}H_u}$$

$P_{el,net}$: 設計條件下最佳化最大淨電能產出(kWh) X 860(Kcal/kWh)

Q_{net} : 設計條件下最佳化淨熱能產出(Kcal)

m_{fuel} : 設計條件下投入燃料總量

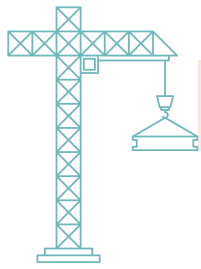
H_u : 燃料標準熱值(Kcal)，採低熱位

註 19：汽電共生設備項目應說明機組型式及其熱效率值計算。

四、能源管理措施說明

項目	說明
<input type="checkbox"/> 能源管理系統	(如：設置能源管理電腦控制系統規劃、編制能源管理人員規劃...)
<input type="checkbox"/> 綠色能源導入	(如：太陽光電板規劃、風力發電機規劃、太陽能熱水器規劃...等)
<input type="checkbox"/> 廠房設備優化	(如：取得綠色工廠或綠建築標章規劃...)
<input type="checkbox"/> 其他	

(另須補充說明之事項，請自行延伸本表格。)



五、附件、相關應檢附資料及文件

(一)「用電計畫書」同意核供函/自用發電設備供電說明：檢附電業「用電計畫書」同意核供函/自用發電設備供電說明。

(二)其他相關資料及文件：如採新興製程技術者，應提出較既有規範基準更佳之質化或量化效率說明。

