

出國報告（出國類別：實習）

學習新購連續鑄造機 之操作及維修技術

服務機關：中央造幣廠

姓名職稱：黃哲翰 副主任

林俊銘 工程師

派赴國家：英國

出國期間：102年9月7日至9月15日

報告日期：102年12月10日

出國報告提要

出國報告名稱：學習新購連續鑄造機之操作及維修技術

頁數 含附件：是 否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話：中央造幣廠/黃哲翰/03-3295174

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

黃哲翰/中央造幣廠/精鑄工場/副主任/分機 651

林俊銘/中央造幣廠/精鑄工場/工程師/分機 600

出國類別：1 考察2 進修3 研究4 實習5 其他

出國期間：民國 102 年 9 月 7 日至 102 年 9 月 15 日

出國地區：英國

報告日期：民國 102 年 12 月 10 日

分類號/目：財稅金融/貨幣

關鍵詞：RAUTOMEAD、連續鑄造機、石墨加熱元件

內容摘要：本廠自民國七十九年起陸續使用英國 RAUTOMEAD 公司生產之石墨電阻加熱方式及連續進料、出料為特色之連續鑄造機，穩定出色的生產機具配合石墨模具的開發，提供了本廠規格化的鑄條半成品，並進而開啟了本廠貴金屬光餅生產作業之標準化生產製程，對本廠金、銀貴金屬光餅生產作業有重大的指標性影響。

茲因老舊鑄造機已使用近 20 年故障頻繁，為持續推動並改善本廠鑄條生產品質及生產效率，決定於今年對老舊鑄造機進行汰換，本次設備更新仍由英國 RAUTOMEAD 公司承製，除機具生產產能加以提昇之外，配合近年來科技界之發展，採用可程式控制(PLC)及人機介面(HMI)等整體操作系統、並強化冷卻水內外循環系統、電力及整體設備之安全防護功能，以維護整體作業系統之安全與穩定。

摘要

本廠此次所購置的連續鑄造機專作生產貴金屬鑄片(Precious Metal Strip)，其鑄造方式採水平式連續鑄造(Horizontal Continuous Casting)，是以石墨坩堝(Graphite Crucible)和電阻加熱的技術(Resistance Heating Technology)並充分利用石墨的低潤濕、低熱膨脹係數、高抗熱震性、自潤滑(石墨是一種固體潤滑劑)及良好的可加工等特性生產的石墨模具組件(Graphite Die)，配合高效能水套(Plate Cooler)之高凝固速率使連續的貴金屬鑄片具有更均勻(Uniform)和更細的晶粒結構(Finer Grain Structure)，這些高品質且規格化的鑄條，有利於後續鑄條軋軋、沖餅、光邊、退火及洗餅等製程之生產，從而可穩定、有效率地生產本廠所需要的貴金屬光餅。

新的連續鑄造機採用親和力更佳之可程式控制(PLC)及人機介面(HMI)整體操作系統，並強化冷卻水內外循環系統、電力及整體設備之安全防護功能，以維護整體作業系統之安全與穩定。

本次實習係該公司交機前，由職等二人針對其設備製造所作之現場確認，並對機台整體架構、性能及相互間之配合情形加以瞭解並學習，包括本機機具設備之組成及原理、各部之性能、PLC 及人機介面控制系統及操作介面等領域。

目 次

壹、目的	5
貳、實習過程與實習重點	7
參、心得與建議	25

壹、 目的

連續鑄造機是本廠黃金及白銀等貴金屬生產的第一道製程，透過高品質、規格化的鑄條生產，可輕易地依標準作業流程及生產參數進行後續鑄條軋軋、沖餅及光邊、退火及洗餅等作業，從而穩定、有效率地進行貴金屬光餅之生產。

本廠自民國七十九年起陸續使用英國 RAUTOMEAD 公司生產之石墨電阻加熱方式及連續進料、出料為特色之連續鑄造機，穩定出色的生產機具配合石墨模具的開發，提供了本工場規格化的鑄條半成品，並進而開啟了本廠貴金屬光餅生產作業之標準化生產製程，對本廠金、銀貴金屬光餅生產作業有重大的指標性影響。

為持續推動並改善本廠鑄條生產品質及生產效率，於今年對老舊鑄造機進行汰換計劃，本次設備更新與汰換案仍由英國 RAUTOMEAD 公司承製，除機具生產產能加以提昇之外，配合近年來科技界之發展，機電部份大幅變革，採用親和力更佳之可程式控制(PLC)及人機介面(HMI)等整體操作系統，並強化冷卻水內外循環系統、電力及整體設備之安全防護功能，以維護整體作業系統之安全與穩定。因此，相對而言，本廠必須及早準備並充分提供品質更良好的必要性支援系統，如電力供應、冷卻水系統、壓縮空氣系統及氮氣保護氣等，始能達到最佳品質產品之要求。

因此，本次實習計劃係該公司交機前，由職等二人針對其設備製造所作之現場確認，並對機台整體架構、性能及相互間之配合情形加以瞭解並學習。除瞭解本機機具設備之組成及原理、各部之性能、PLC 及人機介面控制系統及操作介面等領域外，尚須兼及本案連續鑄造機之整體設備、附屬設備、零配件、工具等製作及準備情形是否充分完整，必須一一清點確認。之後並洽談本案裝機前置準備之各項工作介面，俾雙方能充分協同配合，故針對本廠現場空間之配置(Layout)、公用設施如電、水、氣等各項需求均廣泛加以探討，逐一加以確認，

期能於該公司交機後，快速並順利完成各項設備之安裝、測試等工作，以銜接本廠生產作業，正式投入生產。

貳、 實習過程與實習重點

(壹) 實習過程

RAUTOMEAD 公司位於英國蘇格蘭東南濱海海港歷史小鎮丹地(Dundee)，人口不多但寧靜美麗。該公司成立於西元 1978 年，致力於非鐵金屬(Non-ferrous Metals)石墨電阻式加熱方式之連續鑄造設備的開發與生產，用於銅(Copper)、金(Gold)、銀(Silver)、鋅(Zinc)等金屬產品及各式合金產品之生產。主要用於包括銅纜線(Copper Wire、Cable and Rod)、合金纜線(Alloy Wire)、特殊工程合金之生產(Engineering Alloys)及貴金屬鑄條、柱條等生產線。該公司表示其連續鑄造設備目前已行銷包括英國、美國、澳大利亞、泰國、加拿大、中國大陸及我國等地造幣廠用，設備品質已為一般客戶所肯定。

為了參與本次實習計劃，職等二人於本(102)年九月七日晚上搭乘華航班機經十六小時飛抵荷蘭史基浦機場，接著轉機荷蘭航空公司班機，飛抵英國愛丁堡機場時，已是當地時間次日午後時分了。接著在愛丁堡機場與由倫敦轉機而來之代理商華雷公司莊先生會合，三人隨後搭乘 RAUTOMEAD 公司安排之專車轉往丹地(DUNDEE)，約一個半小時後才終於抵達目的地點。

為完成本次實習並確認該公司設備製作情形，參加研討課程外並赴該公司生產廠房現場瞭解並參觀實際狀況。研討會由該公司總經理 Brian Frame 先生主持，與會者包括該公司技術服務部經理 Scott Tocher、銷售經理 Guy Henderson、專案負責人 Elliott Boyle、華雷公司莊榮添先生及職等二人，如(照片一)分別就相關貴金屬鑄造業務及生產情形廣泛交換意見。

此次研習課程，主要訓練及探討主題如下：

- 一、 連續鑄造機之各部組成及原理、性能之介紹
- 二、 PLC 及人機介面控制系統介紹

- 三、 為配合本案設備安裝本工場必要性支援系統，如電力供應、冷卻水系統、壓縮空氣系統及氬氣保護氣等探討。
- 四、 連續鑄造機人機介面(HMI)之操作
- 五、 連續鑄造機之保養維護
- 六、 剪刀機之介紹與維護
- 七、 冷卻水系統介紹及需求
- 八、 逐一檢視該公司針對本案連續鑄造機之整體設備、附屬設備、零配件、工具等製作情形
- 九、 現場瞭解並參觀連續鑄造機製作情形
- 十、 討論及議題意見交換



照片一

(貳) 實習重點

一、 本案連續鑄造機之各部組成及原理、性能之介紹如(照片二)

- (一) 連續鑄造機設備主要係由熔爐爐體(Casting Furnace)、鑄條引導及拉出機構(Withdrawal Mechanism)、剪刀機(剪床 Flying shear)、PLC 控制面板及觸控式操作介面(PLC Control Panel and Separate Touchscreen Operator Interface)及周邊配合之冷卻水系統、石墨坩堝及鑄模等石墨零配件等所組成。利用閘流體(即矽控整流體(Thyristor)及變壓器(Transformer)控制電流及電壓，將輸入電能轉換為熱能，並透過石墨電阻發熱組件，藉由連結良好之環繞之石墨組件以傳導及輻射熱方式加熱於石墨坩堝(Crucible)，穩定熔解坩堝中之黃金或白銀貴金屬原料。

不斷地利用冷卻水方式以上、下水套(Plate Cooler) 如(照片三)凝結金水或銀水，並藉由石墨鑄模(Graphite Casting Die)及拉出機構之配合，可連續性生產，將熔融之金水或銀水加工成標準化、規格化之鑄條、柱條或管狀等加工物。

利用控制面板設定方式以剪刀機等設備可將加工物裁切成標準尺寸之鑄條，這些規格化之標準產品有利於後續製程之自動化生產。

- (二) 本案連續鑄造機之特色介紹

- 1、 利用耐火磚、泥及耐火纖維等耐火材料，確實隔熱保護爐體，以提升作業安全並可減少熱能損失，提高作業效能。
- 2、 以環繞爐體及石墨鑄模之不銹鋼管或銅管等冷卻水系統保護爐體並用以冷凝加工成形。

品質良好的冷卻水系統是本案連續鑄造機不可或缺的一環，新機採內、外循環水系統作為熱交換系統，以純水供應內循環冷卻需求，可避免水垢造成之冷卻效果衰減，進而影響設備效能並危害作業安全。



照片二



照片三

3、 利用鈍氣保護系統(Inert Gas Protection System)提高鑄條品質

爐膛保持良好氣密性，只需補充少許保護氣體(本工場用氮氣作為保護氣體)，即能維持低濃度氧氣環境，以避免鎔融狀金水或銀水發生氧化反應，使鑄條表面產生氧化層，降低鑄條品質。

(三) 熔爐(Furnace)

1、 爐體以金屬支架支撐且外殼以不銹鋼板包覆製作，內層則以耐火泥完整披覆並填充耐火纖維保護爐殼及爐體，以確實隔熱，避免熱損失。

2、 以環繞爐體之不銹鋼管或銅管等冷卻水系統保護爐體。

3、 以主變壓器及閘流體控制，並採石墨電阻方式加熱。

(四) 利用觸控式螢幕操作模式(Separate Touchscreen Operator Interface)之 PLC 控制面板系統(PLC Control Panel)如(照片四)

1、 使用 Siemens S7-300 系列 PLC

(1) 可控制下列參數

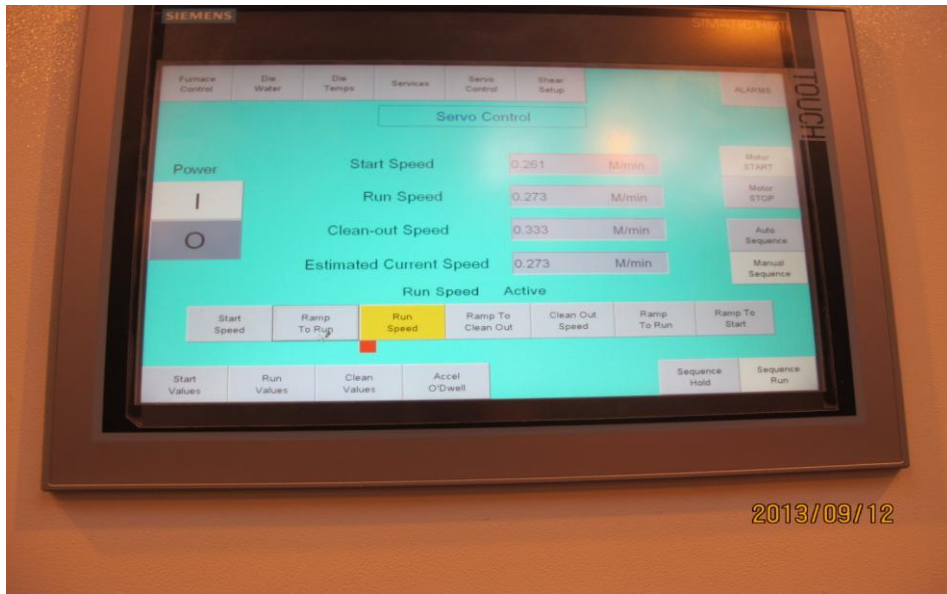
-熔爐第一點溫度控制(Temperature Control of Furnace)

-自動或手動控制(Auto or Manual)

-過溫第二點監控(Over-temperature Monitor)

-拉出機構參數控制(Withdrawal Control Parameters)

-警示設定(Alarm Settings)



照片四

可顯示下列參數

- 閘流體之電力供應 (Supply Voltage) (Supply into Thyristor)
- 變壓器之負載電壓 (Load Voltage) (Supply into Thyristor)
- 電流量(Supply Current)
- 負載量 Kv(Load KVA)
- 鑄模及冷卻水入口溫度(Die & Water Inlet Temperature)
- 鑄模及冷卻水出口溫度(Die & Water Outlet Temperature)
- 鑄模溫度(Casting Die Temperature)
- 鎔爐溫度(Furnace Temperature)
- 警示歷史紀錄(Alarms History)

(2) 圖示顯示項目(Graphical Display)

-溫度及電力需求之趨勢(Trends of Temperature & Power Demand)

- 2、可儲存一個月以上生產數據，搭配 PCMCIA 卡可將前述生產資料傳輸至個人電腦，利用 EXCEL 軟體即可進行細部分析作業。
- 3、能預先設定 30 組產品生產模式(Recipes)的各項生產參數，參數調整亦可直接在螢幕上操作。
- 4、取消按鍵保護後可直接編輯(Edit)或修改(Amend)預設產品生產模式(Pre-stored Recipes)之預設參數。
- 5、觸控式螢幕 (Touchscreen)裝置於控制正面，螢幕尺寸約 210 mm × 160 mm，裝置高度約 1.5 公尺，方便操作。
- 6、使用燈號或聲響雙重警示方式

警示內容包括：

- 鎔爐電力異常
- 電力過載
- 冷卻水過熱
- 拉出作業異常
- 剪刀機作業異常
- 金屬溫度過高或過低

(五) 拉出機構(Withdrawal Mechanism)如(照片五)

- 1、拉出產品之尺寸範圍：

寬度：最大為 125 mm

厚度：10-30 mm

- 2、以單股拉出方式操作

- 以鋼結構製作且基座可調整，使拉出機構與鑄模保持方向一致。
 - 兩只上輪為傳動輪、兩只下輪為無動力被帶動輪，具自主之氣壓鉗夾固定鑄條並拉出。
 - 壓縮空氣需求：5-7 Bar
 - 以伺服(Servo)方式作動
- 3、經由 PLC 及伺服器(Servo Amplifier)之控制，操作人員可於觸控螢幕上進行生產管理。
- 4、預設生產參數包括：
- 拉動之時間(Pull Time)、距離(Distance)及拉動長度(Dwell)
 - 回復之時間(Pushback Time)、距離(Distance)及拉動長度(Dwell)
 - 加速或減速(Acceleration or Deceleration)
 - 鑄模拉空模式(Die Clean-out Cycle)



照片五

(六) 剪刀機(70T Automatic Flying Shear)如(照片六)

- 1、型式：下切式油壓剪床(a Down-stroking Model Flying Hydraulic Shear)
- 2、操作範圍
 - 鑄條厚度(Strip Thickness)：10-25 mm
 - 鑄條寬度(Strip Width)：80-125 mm
 - 鑄條鑄造速度(Strip Casting Speed)：可達 200 mm/min
 - 鑄條溫度(Strip Temperature)：可達 200°C
 - 刀口高度(Open Gate)：約 45 mm
- 3、具安全圍籬及緊急停止鈕等安全裝置



照片六

(七) 冷卻水系統(Cooling Water System)

本套設備為高溫作業爐，冷卻水系統非常重要，系統之正常運作及安全，均須仰賴穩定、有效之冷卻水系統來保障，但因本工場工作現場狹窄侷促，空間不足，並未採購原廠設計之內、外循環

冷卻水系統，改由本工場另案提出冷卻水供應系統改善方案因應之，如後述心得建議。

二、 觸控式螢幕操作模式(Separate Touchscreen Operator Interface)操作介紹

(一) 觸控式螢幕操裝於主電控箱之正面上以方便操作，開啟電源後，畫面首頁顯示本組連續鑄造機之操作及參數設定、調整等各項功能，依其架構區分為以下各大項：

- 1、 鎔爐控制(Furnace Control)
- 2、 上、下鑄模冷卻水入口及出口溫度之資訊顯示(Die Water)
- 3、 顯示上、下鑄模之溫度 (Die Temperature)
- 4、 顯示爐體、爐體四周循環冷卻水及冷卻水入口等溫度 (Services)
- 5、 拉出機構伺服控制(Servo Control)
- 6、 剪刀機設定(Shear Setup)

(二) 鎔爐控制(Furnace Control)

鎔爐控制(Furnace Control)頁面欄位包括有滙流排開啟及關閉 (Thyristor On or Off)、鎔爐自動或手動選擇鍵(Automatic or Hand)、第一監測點鎔爐溫度(Furnace Temperature)、設定之作業溫度(Setpoint)、作業中溫度(Working Temperature)、輸出動力 (Output Power)、第二監測點鎔爐溫度(Overtemperature)、爐內壓力(Furnace Pressure，即爐內氮氣壓力)等。可選擇操作模式並設定操作溫度。

- 1、 滙流排之開啟，操作人員按鈕即可立即啟動 (I,ON)。但關閉時，必須按鍵 5 秒以上方能關閉(O,off)，以避免操作人員誤觸關閉高溫作業中的動力供應，產生作業危險狀態。
- 2、 啟動自動操作模式(Automatic Operation Mode)時，可由操作人員設定作業溫度(Setpoint)，此時輸出動力欄位(Output Power)會顯示出系統之電力輸出百分率(電力輸出百分率高，電力輸出也大，可加速升溫)，供操作人員評估參考。
- 3、 啟動手動操作模式(Hand Operation Mode)時，可由操作人員直接強制設定輸出動力百分率(Output Power)，此時作業溫度設定(Setpoint)無功能。
- 4、 頁面底部另有設定與警示選擇鍵(Set-up/Alarms)、電力顯示鍵(Power Monitor)及歷史紀錄鍵(History)鈕可供選取。
- 5、 鎔爐控制設定與警示選擇鍵(Set-up/Alarms)功能
 - (1)、設定選擇(Set-up)

觸控螢幕允許使用者重新設定加熱之加速度斜率(Setpoint ramp Rate，單位： $^{\circ}\text{C}/\text{Hr}$)(自動操作模式下)或手動輸出限制(Manual Output Limit，單位： $\%$)(手動模式下)，以提升作業效率。

本設備預設升溫速度為一小時升溫 50°C ，但可藉由重設定加熱之加速度斜率方式，改變其升溫條件，俾加快升速度。但第一次啟動新爐時必須避免此方式，其原因為第一次啟動鎔爐時，如過快升溫，會造成耐火材料乾燥過快而破裂受損，降低整體設備耐火設施、爐體及石墨配件效能，故利用慢速

升溫方式逐步升溫，讓耐火材料慢慢地逐漸乾燥後再升溫，較為適宜。

(2)、警示選擇鈕(Alarms)

可設定鎔爐最高操作溫度(Furnace High)及最低操作溫度(Furnace Low)等，故當操作溫度不是處於安全作業範圍時，便會以聲號(the Siren)及燈號(the Beacon)方式警示，同時面板上異常相關項目會顯示出紅字之警示，操作者必須面板上先按警示接受鍵(Alarm Accept)消除聲號及燈號之警示信號，接著排除任何發生其異常之原因，使設備安全地繼續生產。

6、電力顯示鍵(Power Monitor)

可顯示輸入電壓(Voltage In, V)、輸出電壓(Voltage Out, V)、負載電力(Load Power, KVA)及電流量(Current, A)等資訊。

7、可儲存並查看鎔爐及鑄模溫度歷史紀錄(Furnace & Die Temperature History)

(三) 鑄模冷卻水溫度控制鍵(Die Water Temperature)

石墨鑄模係利用內循環冷卻水流經水套(Cooler Plate)並依模具設計型式冷凝加工形成所需之工件，故水套之入、出口冷卻水溫度必須穩定並控制良好，這是生產良好鑄條的重要因素。

本系統選取鑄模冷卻水溫度控制鍵後，可設定上、下鑄模水套(Die 1、Die 2、Die 3、Die 4)分別之冷卻水入口溫度及出口溫度、並設定操作溫度之最高及最低安全作業區間。

當溫度異常時，系統會警示，此時操作人員必須鍵入警示接受鍵 (Alarm Accept) 並排除造成溫度異常之任何異常原因。

前開溫度參數同時儲存並顯示於歷史資料欄位中(History)。

(四) 上、下鑄模之溫度顯示 (Die Temperature)

本系統可顯示上、下鑄模之操作溫度及安全操作溫度區間之設定。異常情形發生時，有異常警示，其情形必須及時排除之。

(五) 拉出機構伺服控制(Servo Control)

1、 拉出機構調整控制整個系統之生產速度，係由主伺服器趨動控制螢幕(the Main Servo Drive Control Screen)來處理。

頁面包含有：

-動力開關欄(Power)

-狀態資訊欄可顯示 A. 啟動速度(Start Speed)、B. 生產進行速度(Run Speed)、C. 清空速度(Clean-out Speed)¹、D. 估計目前之生產速度(Estimated Current Speed)等四項

--馬達開啟及關閉欄位(Motor Start & Stop)

--自動模式及手動模式選擇(Auto Sequence & Manual Sequence)

¹ 本項功能通常運用於合金料之生產，其操控動作為每次作動方式：先退回若干距離，接著再向前拉鑄若干距離(每次後退及向前拉鑄之距離則可設定)，可於連續鑄造作業下使前、後鑄條之成色可以更加均質，以提高鑄條之品質及穩定。但在純金屬生產如純金或純銀鑄條之生產時，則不需要運用此一功能。

- 行程之選擇，隨生產進行，首先點選手動模程啟動拉出機構 (Start Process)，約 5 分鐘後逐步轉換為自動模式，包括
 - A. 行程轉換為作業行程(Ramp To Run) B. 行程轉換為清空行程(Ramp To Clean Out) C. 行程轉換為啟動行程(Ramp To Start) 等不同操作模式。
- 各階段行程並能顯示其作業速度，如啟動速度(Start Speed)、作業速度(Run Speed)及清空時速度(Clean Out Speed)
- 參數設定欄位，包括啟動行程參數設定(Servo Start Values)、作業行程參數設定(Servo Run Values)、清空行程參數設定(Servo Cleanout Values)、作業停頓時間及加速/減速設定(Servo Run Overdwell and Acceleration values)

2、拉出機構之伺服行程操作如下

- (1)、啟動電源(Switch On The Power)
- (2)、啟動馬達(Start Motor)
- (3)、按壓作業行程鍵(Push Ramp to Run Button)

不論自動作業行程或手動作業行程(Auto or Manual Sequence)均使用此一相同操作方式，伺服器會自動由啟動速度轉換為作業速度生產。

- (4)、採取手動作業行程(Manual Sequence)時，可直接按壓各行程中適當之按鈕來進行拉出作業(Pushing The Appropriate Sequence Button)，其中螢幕上

白色光 Bar 表示被選取之功能；綠色光 Bar 表示正在執行之功能。

- (5)、採取自動作業行程 (Auto Sequence)時，伺服控制器(the Servo)會在作業行程的時間設定內以作業速度作業、再以清空行程的速度進行清空作業、最後再回復到作業行程中，這個程序會重覆，直到這個自動作業行程 (Auto Sequence)被中斷為止。
- (6)、只有在手動作業行程(Manual Sequence)時，拉出機構(The Withdrawl)才能在作業時程中回復到啟動行程之速度(to Return to Start Speed)。

3、 伺服啟動行程參數設定(Servo Start Values)

- (1)、在主伺服控制頁面中選取啟動行程參數設定(Servo Start Values)，即可鍵入相關啟動之生產參數頁面，以設定拉其啟動速度(the Start Up Speed)。
- (2)、操作者輸入動作時間(Move Time)、動作距離(Move Distance)及移動停止時間(Move Dwell Values)等參數。

4、 伺服作業行程參數設定(Servo Run Values)

- (1)、在主伺服控制頁面中選取作業行程參數設定(Servo Run Values)，即可鍵入相關啟動之生產參數頁面，以設定拉其作業速度(The Run Speed)。

(2)、操作者輸入動作時間(Move Time)、動作距離(Move Distance)及移動停止時間(Move Dwell Values)等參數。

(六) 剪刀機設定(Shear Setup)

- 1、 選取剪刀機設定(Shear Setup)頁面，頁面欄位包括油壓幫浦開關(Hydraulic Pump)、剪刀機控制模欄位(區分單一行程(Single Cycle)及全自動行程(Fully Automatic))、設定工件長度之欄位(Required Length)、自動行程暫停時間(Auto Cycle Timeout)及資訊顯示欄位如現在長度(Current Length)及總長度(Total Length)等。
- 2、 單一行程(Single Cycle)係採手動裁切模式，在剪刀機控制面板上視實際需要長度，按壓裁切鈕即可完成裁切作業(Pressing the Cut/In Cycle Button)。
- 3、 全自動行程(Fully Automatic)只需設定工作長度之欄位(Required Length)，當作業中鑄條之現在長度(Current Length)達到所設定之長度，即自動裁切成段。

(七) 菜單之設定與儲存

- 1、 本套系統有菜單儲存功能之設計，對於特定產品之生產參數，可以在生產上於確認其有效性時，允以包裹性紀錄下來、儲存並列為套餐菜單(Main Recipe)，儲存後只要從 PLC 的記憶卡(the Memory Card)中找出菜單，即能依照原設定之參數直接投產，對於生產規格化及產品標準化及能簡化作業程序甚有助益。

2、從主選單中選取選單編輯鍵(Menu)即能設定或選取菜單(Recipe)²，選取菜單後可設定新菜單並儲存至記憶卡中，參數之設定分別依鎔爐(Furnace)、伺服控制(Servo)、模溫警報設定(Die Temperature Alarms)、水套冷卻水警報設定(Die Water Alarms)、冷卻水警報設定(Service Alarms)、剪刀機(Shear)等項目逐一設定並儲存。

功能鍵部包括將現有設定移至菜單中(Move Current Setting to Recipe)、將菜單移至現有設定中(Move Recipe to Current Setting)、從菜單儲存至記憶卡中(Move Recipe to Memory Card)、從記憶卡儲存至菜單中(Move Memory Card to Recipe)等四項功能。

三、現場檢視設備並檢點相關附屬設備及零配件之情形如(照片七)

為瞭解 RAUTOMEAD 公司製作情形，現場並逐一清點連續鑄造機整體設備及各項應交付之零、配件、工具組等，分別如下：

(一) 設備本體

包括連鑄鑄造機一台(包括鎔爐(Casting Furnace)、變壓器/矽控整流器(Transformer /Thyristor)、拉出機構(Withdrawal Mechanism)、剪刀機(Flying Shear)及控制箱一只(Separate Touchscreen Operator Interface/PLC Control Panel))

(二) 工具類

² 可內建 1 - 30 組套餐菜單(Recipe)

包括坩堝(Crucible)、石墨鑄模 Graphite Die)、石墨鑄模(Plate Cooler)、 啟動片及引導片(Starter Bar & Slave Bar)等

(三) 備用零件(Spare Parts)及耗材等 23 項



照片七

參、心得與建議

一、連續鑄造機日常保養維護注意事項

(一)、作業前檢點工作

- 1、作業前、後應注意檢視熔爐耐火泥圍體及坩堝內襯及外部表面情形是否完整無裂縫、平順且乾淨，加強保溫效果及作業安全。
- 2、作業前、後應檢視熔爐及坩堝或石墨發熱組件等配件是否完整、清潔。
- 3、如有圍體裂損或石墨氧化之情形，將會影響使用效能，應重新築體或更換新品再生產，以避免影響作業安全或降低鑄條生產品質。

(二)、作業前、後要確認連續鑄造系統(包括熔爐爐體、鑄模及控制箱等)冷卻水系統效果良好。

本案作業溫度係攝氏千度以上之高溫鑄鑄作業，冷卻水系統對整體系統安全的保障而言是非常重要的。必須確保在任何情況下均能維持其有效性，故除正常生產時必須供應無虞之冷卻水外，另需在停電之狀態下架設緊急供水系統，徹底保護系統安全。

(三)、作業前、後應保持氮氣系統及壓縮空氣處於正常狀況且供應品質良好

熔鑄作業進行時必須確認鈍氣保護系統(本工場使用氮氣作為保護氣體)正常運作，以確保熔融狀態之金水或銀水處於低氧狀態下生產。其目的除避免在生產過程中造成鑄條表面氧化層生成而降低鑄條

之品質外，也可避免各項生產用之石墨相關組件(包括各式發熱組件、坩堝、石墨模、連結用或支撐用之整體石墨組件等)因加速氧化而劣化。

二、鑄造作業之安全守則

鑄造作業從事高溫金屬融熔作業，早年這項作業充斥惡劣髒亂、高熱、煙塵及惡臭環境的印象雖不復存在，近年來鑄造作業工場現場管理及設備安全設計已然大幅進步，但其為危險作業之本質依然沒有改變，作業人員時必須非常注意安全守則。

因此，操作人員及電氣設備均需經過相當訓練且合格之人員充任；作業時需穿著不易燃燒材質衣服並配戴安全護具作業(如安全眼鏡等)以維護作業安全。

鑄造作業之危險狀況，包括：

- (一)、作業時，加入未完全乾燥之原料，致水氣或熔液急速膨脹而爆炸發生危險。
- (二)、當加料造成熔液噴濺時，作業人員沒有熟練技巧妥善處理。
- (三)、一次加料過多，造成熔液溢爐或噴濺發生危險。
- (四)、不正常送電或疏於注意爐況，引發橋接條件(a Bridging Condition)而造成熔爐橋接效果(a Bridging Effect)³。
- (五)、操作人員誤持導體(Electrical Conductors)接觸導電迴路而觸電危險。

³ 指坩堝內爐料上部固結現象，造成無法加料(Feed)且加熱造成壓力無法宣洩引發爆炸危險。

(六)、操作人員誤觸未絕緣之電容設備(Discharged Capacitors)而發生電擊危險。

(七)、工作人員未於安全作業區域作業，陷入危險之狀況下。

三、 建置冷卻水系統供新購連鑄機使用

(一)、本次引進該公司新型連續鑄造機，有別於十餘年前舊機型之機組，例如前述 PLC、人機介面等機電控制方面有了大幅度的變革，另外一項就是冷卻水循環系統的改進。

冷卻水系統除了將原先開放式系統，即將依自然排放方式之系統，變更為密閉式內循環對流方式系統搭配冷卻水塔連續式熱交換降溫方式。其優點為：

- 1、內循環用水重複運用，可大幅度減少水資源之浪費，符合節能、節水之時代要求。
- 2、冷卻水水質採用純水作為熱交換之媒介，亦可避免各式機組中水垢之生成，例如水套壁面、各式管件、閥門等冷卻水零組件，可減少機件阻塞、破損或熱交換效率降低等負面效果。
- 3、藉由加壓馬達的運轉可以得到穩定熱交換生產參數，如進水壓力、流量等，除有效維護熱交換之效率並可取得穩定之生產參數數據，可提升系統穩定度，確保鑄片之品質穩定。

(二)、緊急供水系統：

當連續鑄造機熔鑄時，必須先行開啟密閉式冷卻循環系統，但當系統發生如停電等緊急狀況時，密閉式冷卻循環系統因無電力支援，馬達無法運轉，勢必喪失應有之冷卻水系統功能，此時連續鑄造機爐

體溫度勢必劇烈上升。如果沒有一套緊急供水系統配備，鑄造機設備會因高溫而毀損，造成嚴重之財產或人員災害。

因此，特別規劃於密閉式冷卻循環系統之進水端串接常開型電磁閥引入高空水塔水源，並於出水端加設常開型電磁閥的排水通道作為系統緊急供水系統。

當熔鑄作業進行時，此進出端電磁閥因通電閉鎖，但當停電時此進出端電磁閥因斷電開啟，可立即啟動本廠高空水塔之地下水水源作為緊急供水系統之用，確保爐體不會因緊急狀況發生過熱情況，免除機體之損壞之任何可能性。

四、加強控制箱(Cabinet)之防潮保護，維護電子零、組件之效能

本次建置之連續鑄造機係使用 PLC 及人機介面方式操作，其中各項電子組件均集中置放於電控箱中。因此，如何加強電控箱之防潮保護，是維持其良好狀態之重要課題。本廠熔鑄作業場所於春、冬之際相當潮溼，容易造成電子零、組件之故障，進而影響系統生產效能，必須裝置必要之除溼設備，以提昇並維護連續鑄造機之整體鑄造效能及鑄條品質。