

出國報告（出國類別：實習）

「分光分析儀」操作維修實習

服務機關：中央造幣廠

姓名職稱：林 文 主任

陳和宏 工程師

周龍期 技術員

派赴國家：德國

出國期間：104年7月23日至104年8月1日

報告日期：104年10月13日

出國報告提要

出國報告名稱：「分光分析儀」操作維修實習

頁數 14 含附件：是否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話：中央造幣廠/陳和宏/03-3295174 分機 623

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

林文/中央造幣廠/鑄軋工場/主任/分機 620

陳和宏/中央造幣廠/鑄軋工場/工程師 /分機 623

周龍期/中央造幣廠/鑄軋工場/技術員 /分機 628

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 104 年 7 月 23 日至 104 年 8 月 1 日

出國地區：德國

報告日期：民國 104 年 10 月 13 日

分類號/目：G0/綜合（各類工程）

關鍵詞：分光分析儀

內容摘要：

分光分析儀 (Optical Emission Spectrometer, OES) 為鑄軋工場重要之分析儀器，主要作為金屬冶煉爐前分析之用，用以調整成分、確保品質。合金熔煉後於鑄爐內取樣並經樣品處理機切割、銑面後，經分光分析儀分析其合金成分是否符合規範，以提供司爐人員作為配料調整成分之參考。

Bruker Q8 MAGELLAN 分光儀是一款具備先進技術之分光分析儀。本機型正值軟體升級更新、配有最新之 Elemental Suit OES 軟體，具備標準化、單點校正、儀器狀態監控及資料庫處理等功能，透過該軟體可輕易地控制儀器，完成日常的分析工作，並可依據實際需求做客製化的設定，使分析工作更為符合使用者需求。

職等此次奉派至德國 Bruker Elemental GmbH 實習，學習關於該儀器的相關知識及技能，以期能為日後儀器交機安裝後，使儀器能順利應用於實際生產中並發揮儀器該有之功能及效益

摘 要

分光分析儀 (Optical Emission Spectrometer, OES) 為鑄造工場重要之分析儀器，主要作為金屬冶煉爐前分析之用，用以調整成分、確保品質。合金熔煉後於鑄爐內取樣並經樣品處理機切割、銑面後，經分光分析儀分析其合金成分是否符合規範，以提供司爐人員作為配料調整成分之參考。分光分析儀主要分析合金內雜質與另一種常用分析設備 XRF 原理不同，其能快速分析合金成分，每只樣品分析時間約在數分鐘內即可完成，廣泛應用於鑄造業。

Bruker Q8 MAGELLAN 分光儀是一款具備先進技術、可靠性、靈活性和操作便利性的分光分析儀。其優點在採用新式光電倍增管 (PMT) 技術、數位電漿產生器(digital plasma generator)，並有低維護之樣品激發台(heavy duty, low-maintenance spark stand) 和同軸氬氣保護 (co-axial argon flow) 的真空光譜儀。其低維護成本並且有可自訂格式之操作介面，能滿足金屬鑄造和加工業之材料分析。本機型正值軟體升級更新、配有最新之 Elemental Suit OES 軟體，具備標準化、單點校正、儀器狀態監控及資料庫處理等功能，透過該軟體可輕易地控制儀器，完成日常的分析工作，並可依實際需求做客製化的設定，使分析工作更為符合使用者需求。

職等此次奉派至德國 Bruker Elemental GmbH 實習，學習關於該儀器的相關知識及技能，以期能為日後儀器交機安裝後，使儀器能順利應用於實際生產中並發揮儀器該有之功能及效益。

目 次

壹、目的	3
貳、過程	4
參、心得	5
一、分光儀簡介	5
1. 基本原理	6
2. 分光儀基本構造	7
二、Elemental Suite OES 軟體簡介及功能操作	12
1. 使用者介面說明	12
2. 標準化程序 (Standardization)	13
3. 單點校正程序 (Type Standardization)	15
4. 檢量線製作 (Calibration Curve)	18
肆、建議	20

壹、目的

分光儀為本廠重要的爐前成分分析儀器，主要用於鎔鑄組熔煉幣材合金時，爐前成分分析之用，可快速分析出合金之成分，供司爐人員有效控制熔煉合金成分之參考。因舊有之 ARL 分光儀於民國 78 年購置，使用至今已逾 25 年，儀器已出現真空度不佳，分析不穩定等現象，為使生產作業順遂，本廠即於 102 年著手編列預算購置新式分光儀乙台，於本年度建構完成，投入生產行列。

本次新購分光儀為德製 Bruker Q8 Magellan，為使分光儀交機後能順利用於生產及發揮其功能效益，職等於 104 年 7 月 23 日奉派至德國 Bruker 原廠實習，實習內容包括分光儀之軟、硬體操作、系統架構、參數設定、儀器校準、儀器日常保養並學習檢量線之製作等，以期能將分光儀發揮最佳效果，符合本廠實際需求。

貳、過程

職等三人於原廠期間，由該公司副總裁 Andreas 先生親自接待。本次新購之分光儀與汰換之 ARL 分光儀差異頗大，為新式 PMT 設計，與現有之另一台分光儀其廠牌型號雖皆為 Bruker Q8M (98 年 9 月購置)，但其軟硬體已全面改版、更新，不論是操作介面或各項功能皆與本廠之分光儀不盡相同，其軟體新增多項功能，除使日常分析工作更加便利，硬體方面也有許多精進以降低儀器元件的故障率。

主要工作及過程說明：

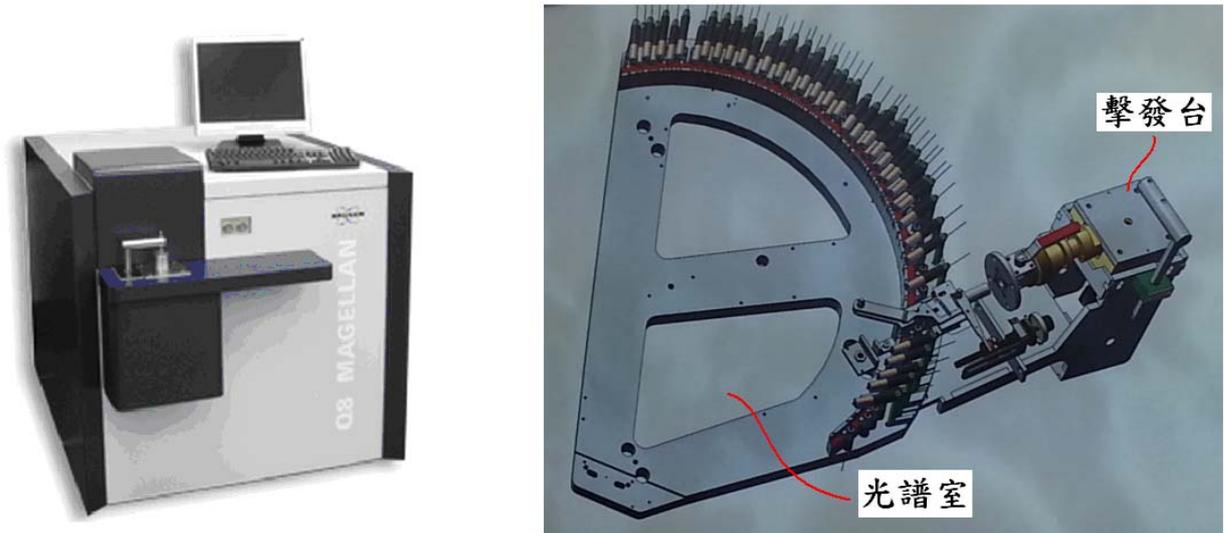
此次有幸承蒙廠長指派職等前往德國原廠實習，機會十分難得，職等為達使命，行前再三討論，以求圓滿達成任務，有鑑於以往儀器購置經驗，事先擬定工作項目，故此次行程得以圓滿完成，主要工作及過程說明如下：

- 一、規格確認：有鑑於規範中諸多功能，需在原廠建置，若儀器送至本廠後才發現未符合需求，儀器可能無法如期驗收。為求周延，職等事先擬定英文版之分光儀規範，與原廠人員再次確認。有遺漏部份經職等告知後，原廠亦立即補正。
- 二、檢量線確認：檢量線為儀器分析之重要依據，本次因開發新幣材之研究所需除赴德國前已準備多只合金樣品由代理商提供原廠做為建置檢量線之用。職等亦利用此次機會與原廠人員確認檢量線之完整性。
- 三、完成分光儀實習課程：學習分光儀之軟體操作、硬體維護、日常校正、標準化…等，並實際操作儀器。
- 四、實廠觀摩：參觀分光儀製造組裝過程及附近之鎔軋工場，汲取德國先進工場之品質管制、生產設備、技術與管理經驗。

參、心得

一、分光儀簡介

分光分析儀 (Optical Emission Spectrometer) 又稱爲：“光譜分析儀”，簡稱 OES，是用來分析材料內雜質成分特定光譜的儀器，主要應用於金屬材質的定量及定性分析，是一種快速方便的元素測量儀器。 鑄軋工場生產數種不同之銅合金幣材，如：銅鎳合金、鋁青銅合金、鎳黃銅合金、德銀等。合金無法從外觀來判別金屬的材質成分及含量是否符合標準，因此需要有元素分析儀器來確認材質。 下圖爲本廠新購之德國 Bruker Q8 分光儀：



Bruker Q8 分光分析儀使用火花放電 (Spark) 方式，給予能量激發出元素光譜。每一種元素都有其特定光譜，經由火花放電給予能量，迫使外層電子逸出到下一軌道，當電子再返回原軌道時，就會釋放出能量即所謂的特定光譜，因每一元素之原子序不同，所以所釋放之光譜亦不同。分光分析儀就可以藉由不同的光譜判斷出此光譜代表何種元素 (定性) 並以標準樣品比對各種元素的強度而判定 (定量) 含量。

1. 基本原理

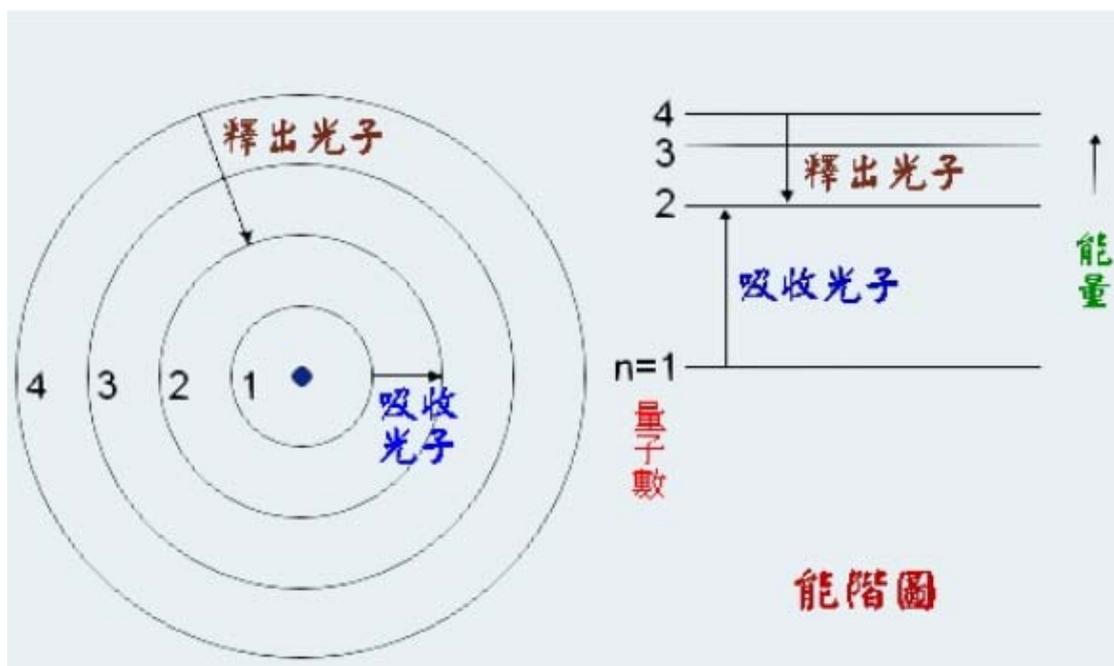
分光分析儀係眾多光譜分析儀的一種，本廠採用 Spark-OES，是以火花放電為激發光源，將樣品激發，通過接收所發出的元素光譜對樣品中的原子進行定性和定量分析的一種方法。其操作簡單、使用維護成本低、分析速度快、測定結果可靠等特點被廣泛應用在金屬產品的成分測定，尤其是在冶金行業的爐前分析中，其優點得到了充分的發揮，成為爐前分析不可或缺的可靠工具。

物質是由原子所組成。欲測量物質的組成，一般採用光譜分析方法，因物質都有其屬性，通過屬性可以區別不同的物質。由於物質的組成不同，在一定條件下物質能發射其特性光譜。我們就是利用光譜這個屬性來測定物質的組成。

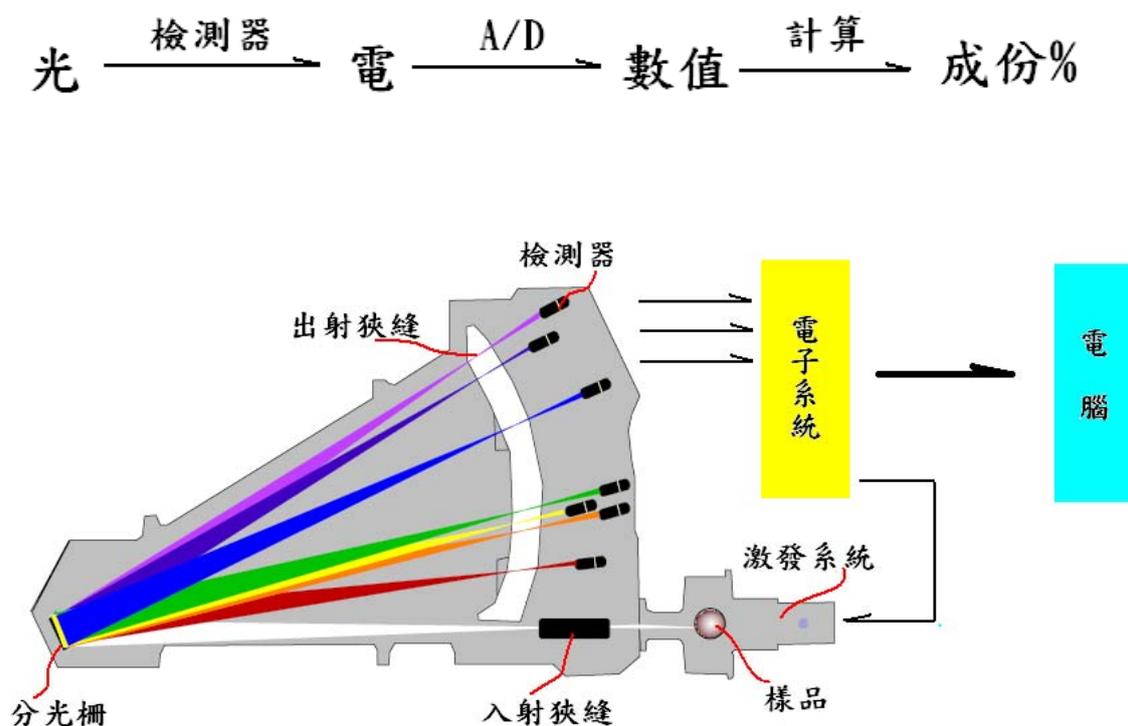
每一種元素的原子被激發後，可以產生一組特徵光譜，特徵光譜的出現就能證明其相對應的元素存在。由於量測波長具有很高的準確度，光譜中的大部分譜線都可以無誤地確定其由哪一種元素產生。所以光源定性分析是很可靠的方法。

樣品中的元素發射的光譜強度和它的含量成正比。這個關係成為光譜定量分析的基礎，並使光譜定量分析成為非常方便的方法。光譜定量分析一般比傳統濕式分析方法快，並且用較少的試樣即可進行。

元素發射的光譜需用分光儀進行觀測。分光儀需有三個元件：(1)狹縫(2)光柵 (3)光學系統。光通過狹縫及光柵將不同波長的光按波長分開和排列成序，再經能聚焦成像以形成譜線的光學系統，並於譜線處裝上出射狹縫，在出射狹縫後面設置光電接收裝置，即成為分光分析儀。



2. 分光儀基本構造



分光分析儀基本構造

分光分析儀基本上由四部分組成（見上圖）：光源系統、色散系統、檢測系統和控制與資料處理系統。光源系統使試樣激發發光，色散系統將複合光色散成各元素的譜線，檢測系統用光電法來測量各元素的譜線強度，控制與資料處理系統將信號換算成爲元素百分含量表示出來。不同類型的光譜儀區別只在光源部分。

待測樣品經樣品前處理後（樣品表面銑削），置入激發台，使用火花電擊放電方式，使樣品表面放電，激發出光譜使光進入光通道。一般在光通道前或後會置一集光鏡（集光作用），在之後則設立入口狹縫，讓主光線進入，其他雜光則將其阻隔。主光線通過入口狹縫後，即到達分光柵；分光柵作用類似三稜鏡，光線透過稜鏡時會折射出七彩光（可見光，不可見光則將不同波長分開，即分光之緣由）。光譜入射角度不同，所以折射出來的角度亦不相同，藉此可將光譜分離出來。光譜分離之後，在分光室後方架設出射狹縫，定位只讓特定元素光譜通過，阻擋其他光譜光線。於出射狹縫後方在架設檢測器（Q8 使用之檢測器爲 PMT），目的是爲了將光譜線轉變爲電的訊號。再將電的信號累積經電子電路系統轉換爲一數值（A/D），此數值即稱爲強度，樣品激發之光譜有多少光即產生多少強度。再將強度數值送到電腦，經軟體計算可換算出成分濃度。

● 光源系統

激發光源是分光儀系統中重要的組成部分，它擔負著包括物質的蒸發，解離和原子化以及激發等幾個主要過程，實際上衡量分析方法好壞的幾個主要技術指標，如光譜分析的檢出極限、精(密)度和準(確)度等，大部分取決於激發光源。最常用的光源有直流電弧、交流電弧、電火花、鐳射光源、電感耦合等離子體(ICP)焰炬等等。

激發光源都具有兩個作用過程。這個作用就是電漿化樣品及激發原子產生光譜。這兩種作用同時進行，共同決定光譜線的強度。樣品中元素離解，將涉及試樣成分的物理及化學性質。把解離出來的元素原子激發，自然和光源發生器的性質有關，也就是與發生器的電學特性有密切關係、所以可以說激發光源決定了光譜分析方法。

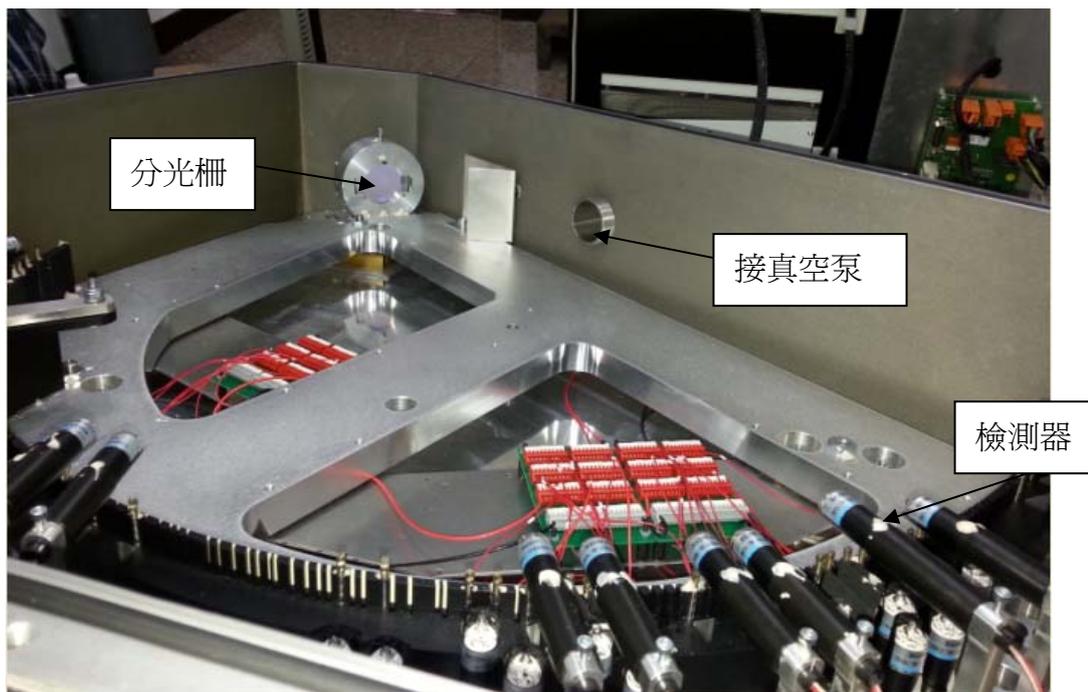
由於光譜分析的樣品種類繁多，樣品形狀不同，元素激發難易不同等，想用一種激發光源能夠滿足不同任務的各種分析是非常困難的。因此各種類型的光源都有其特點和應用範圍，要根據不同的分析目的選擇不同類型的光源。

從定量分析的觀點來考慮，對光源的要求如下：

1. 高靈敏度，隨著樣品中元素濃度微小變化，其檢出的信號有較大的變化；
2. 低檢出限，能對微量及痕量成分進行檢測；
3. 良好的穩定性，試樣能穩定地蒸發，原子化和激發，使結果具有較高的精密度；
4. 譜線強度與背景強度之比大；
5. 分析速度快，預燃時間短；
6. 構造簡單，容易操作，安全；
7. 自吸收效應小，校準曲線的線性範圍寬。

● 光譜室及分光系統

光譜室及分光系統為分光分析儀的核心組件，分光系統位於光譜室內為一密閉空間，因光線容易被空氣影響，光譜室內必需將空氣抽走，形成真空，避免空氣對光線造成影響。光譜室內配置包含，檢測器、分光柵、入射狹縫、出射狹縫…等，如下圖為 Bruker Q8 之光譜室配置。



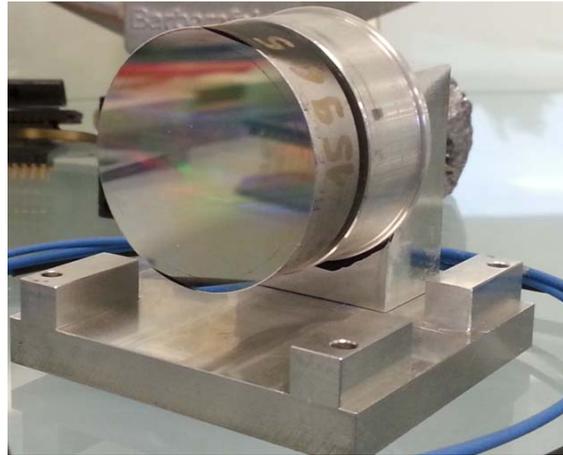
Bruker Q8 分光分析儀光學系統規格如下：

- Paschen Runge / 750mm
- Wavelength range: 110~800nm
- Detectors : PMT
- Up to 128 analytical channels
- Single vacuum optic

光譜室內另一重要元件為分光柵，其功能為將不同波長之光線進行分光成

單色光（單波長）。Bruker 公司之分光儀採用的是 Paschen-Runge 結構的直射式分光裝置，該結構具有光學系統穩定的特點。分光系統常用的分光元件有稜鏡及分光柵兩種，其中分光柵不受材料穿透率的限制，可以在整個光譜區中應用。

分光柵能分光主要由於光柵每個刻槽上產生折射的結果，光折射使光經過光柵後不同波長的光沿不同方向折射出去。每個刻槽的光彼此干涉。不同波長的光干涉的極大值出現的方向不同，因此複合光經過光柵後能分離成單一光譜。下圖為分光柵。



● 光電倍增管（PMT）

測量光譜的光電元件主要是光電倍增管，作為光能轉變為電能的光電元件在測定光譜線強度時的基本特性說明如下：

1. 光特性：光特性是指光電流與射入光陰極的光束強度成直線關係；但由於存在著各種二次光電效應等使光電流與光束強度的比例受到影響。在實際工作中希望直線變化的範圍大一些。
2. 光譜特性：光電元件的光譜特性是光電流與入射光束波長的關係。光譜特性是很複雜的決定於光陰極的材質。在可見和紫外區應用光電倍增管。
3. 伏安特性：是指光電流與供電電壓的關係。
4. 頻率特性，是指光電流與入射光束強度變化頻率的關係。實際上二次光電現象一般均使光電元件具有一定的慣性。
5. 溫度特性：隨著溫度的升高發生不同的變化這就是光電元件的溫度特性。溫度升高，使光電流增大，而且使光電元件的光譜特性發生變化，但當增至一定值時光電元件的光電性質將發生急劇變化。
6. 光電元件隨著其工作時間長短的變化稱老化，也決定光電元件的使用壽

命。

Bruker Q8 使用之檢測器為新一代光電倍增管（PMT）主要作為光能轉換為電能的光電元件，其體積比傳統光電倍增管小，可於光譜室內配置較多之光電倍增管，亦可縮小光譜室之體積，Bruker Q8 最多可配置 128 通道，下圖為新一代光電倍增管與傳統光電倍增管。



新一代光電管
(PMT)

傳統光電管
(PMT)

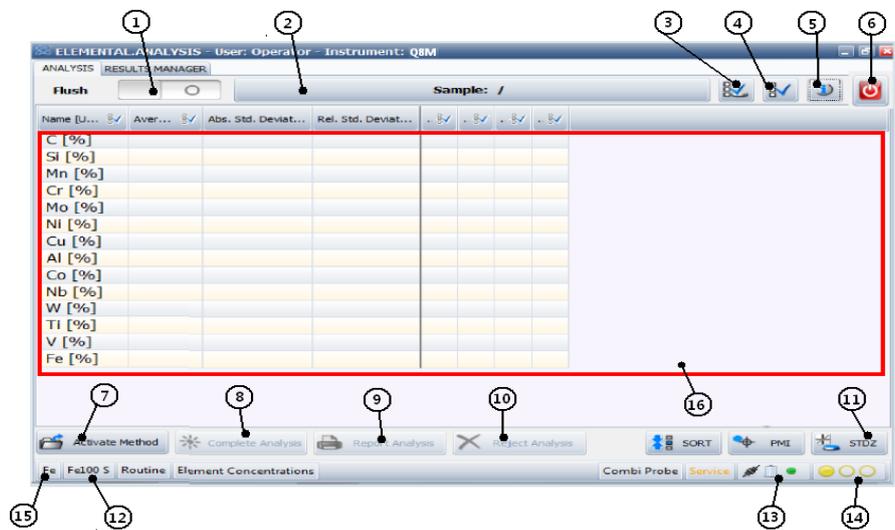
(CPM)

二、 Elemental Suite OES 軟體簡介及功能操作說明

Elemental Suite OES 為 Bruker Q8 分光儀最新應用之軟體，具備標準化、單點校正、分析方法、儀器狀態監控及資料庫…等功能，透過該軟體可輕易地控制儀器完成日常的分析工作，並可依據實際需求做客製化的設定，使分析工作更為省時便利。有關 Elemental Suite OES 軟體其操作及功能分項說明如下：

1. 使用者介面說明
2. 標準化 (Standardization) 操作程序
3. 單點校正 (Type-Standardization) 操作程序
4. 檢量線製作

1. 使用者介面說明



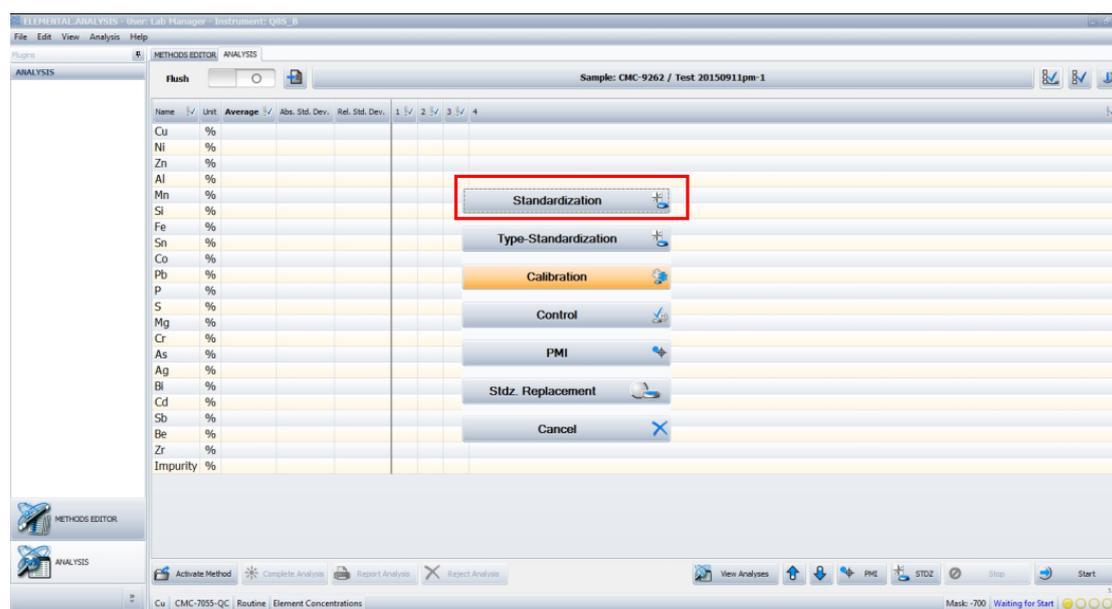
1. 氬氣沖洗開關 (Flush on/off)
2. 樣品名稱 (Sample ID)
3. 開啟工作表單 (Workflow menu)
4. 開啟設定表單 (Setting menu)
5. 系統資訊 (System information)
6. 關閉電腦 (Shutdown computer)
7. 選擇量測方法 (Activate method)
8. 完成分析-儲存/列印 (Complete Analysis- store/ print)
9. 列印分析報告 (Report Analysis)
10. 刪除所有分析結果 (Delete all measurement)
11. 執行標準化選項 (Activate workflow standardization)
12. 顯示目前選擇之量測方法 (Activate method)
13. 電源狀態 (Power status)
14. 氬氣狀態 (Argon status)
15. 顯示目前分析合金基體 (Activate alloy base)
16. 樣品分析結果 (Analysis result)

2. 標準化程序 (Standardization)

標準化是分光儀日常工作中非常重要的操作，因為標準化的正確與否直接影響分析結果，也是日常分析中要經常執行的功能之一。當分析資料的結果與標準產生誤差時，就需要完成標準化來進行偏差的校正。茲將進行標準化的步驟及標準化的一些心得簡述如下。

步驟：

- (1) 選擇合適的分析方法 (Method)後，點選” Workflow menu” → 點選 “ Standardization” 便可以進行標準化了。之後標準化所用再校準樣品清單也會出現在螢幕上，按照螢幕提示的樣品名稱和號碼依次選擇。

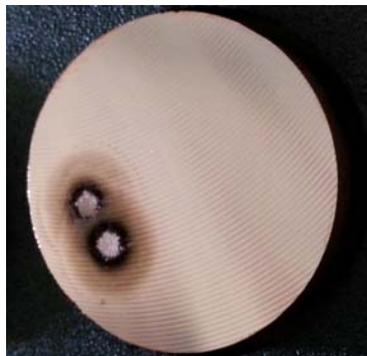


- (2)按照螢幕上出現的樣品編號依次激發完所有的標準化樣品，每一塊樣品最少需要激發3次以上，取3次相近的結果平均，完成後點選” Complete”，進行下一樣品的激發。

標準化的一些心得：

(1) 樣品的前處理

做標準化之前必需準備一組校準樣品，本儀器所附銅基校準樣品一組共計8只，樣品表面處理可經研磨、銑削、車削加工，以銑削或車削處理為佳。因為經研磨處理後之樣品表面易受磨料污染，但若使用銑削或車削加工後之樣品加工面亦非粗糙度愈低愈好，如下圖所示，保留適當的切削紋路才是一個好的樣品表面。



(2) 基本原則

標準化作業之品質直接影響分析結果的正確性，所以要有正確的分析結果做好標準化是首要的任務。標準化作業每只樣品至少激發3點以上，激發點要有適當的距離，比較2點分析結果之偏差，一般而言兩點的測量值不超過15%。當所有的樣品測量完畢後，標準化的係數表顯示出所有相關訊息。如果某元素的偏差較大，超出要求的範圍，此元素就出現紅色的標記。這種情況下就需要重新激發，重做標準化。

(3) 為何標準化時，畫面顯示的是元素通道 (Channel)名稱，而不是測量時的元素名稱?

因為同一元素存在多條不同波長的光譜，每一特定波長的光譜只能應用在某一特定的濃度範圍，為了滿足所有分析的需求。同一元素具備了不同譜線來適應各個濃度區間的分析，也就是說在進行標準化時，要把所有譜線都要校正。而在實際分析結果中，每一個元素只能有一個濃度，因為儀器已經自動地進行了判斷。

(4) 如果標準化時拿錯樣品，應如何處理?

標準化時拿錯樣品時，仍應完成當前樣品的激發並點選” Complete”。待選擇下一樣品時，再選擇該樣品量測即可。若拿錯的是最後一塊樣品，也

要將標準化的係數表保存。接下來再進行一次標準化，選擇錯誤的那塊樣品進行測量，最後將更正後的標準化系數值保存即可。

(5) 是否可不按照畫面顯示之樣品清單順序激發樣品？

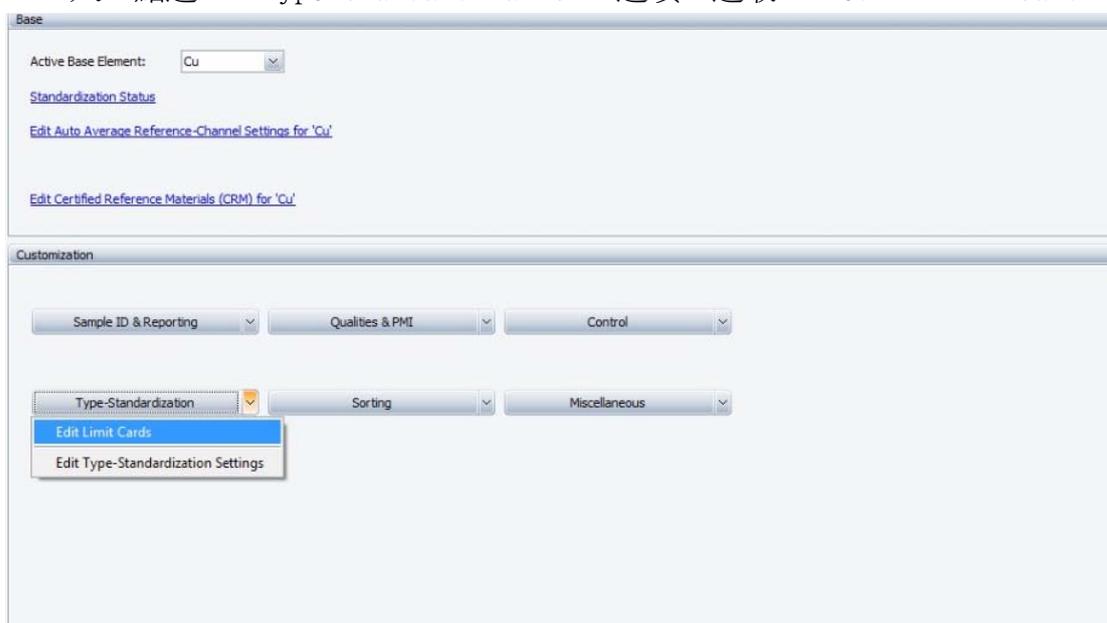
可以不依樣品清單順序激發樣品。建議做標準化時先將校準樣品依序排好，在依清單順序激發樣品，這樣可減少拿錯樣品的機會。

3. 單點校正 (Type-Standardization) 操作程序

茲將單點校正的步驟及心得說明如下。

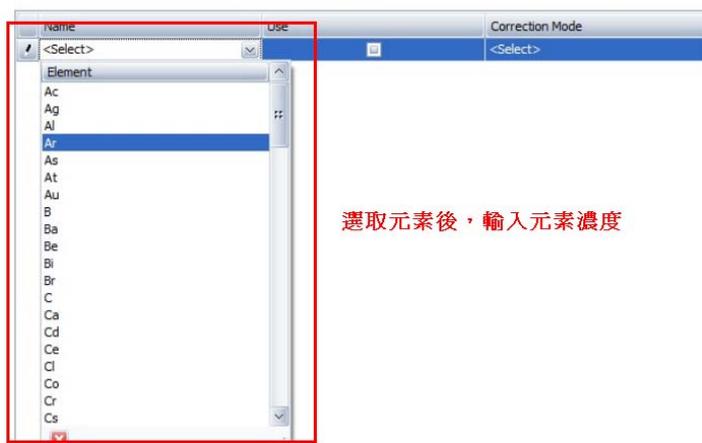
步驟：

(1) 進行單點校正前必需先建立樣品資料於系統中。由 “Methods Editor” 進入→點選 ” type-standardization” 選項→選取 “ edit limit card”

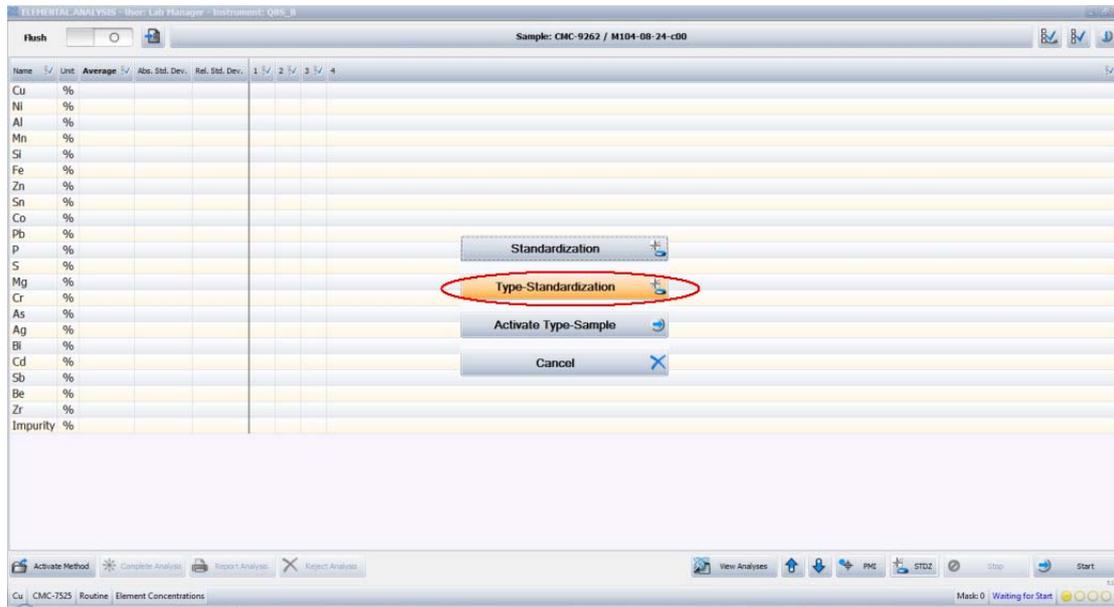


(3) 點選 ” Add new limit card” →輸入樣品名稱→輸入元素濃度資料。即完成樣品資料的建立。

Specify Limits for the Limitcard 'TEST sample'



(3) 激發所建入之樣品。由分析畫面進入，點選 Work flow menu → 選取 Type-Standardization



(4) 選取建立之樣品名稱，進行量測，樣品需量測三次，待第三次量測結果出現時，下方 Complete measurement 鍵會亮起，點選後即完成 Type-Standardization 操作。完成上述動作後軟體會在該樣品前打勾，表示已完成。



單點校正的一些心得

(1) 如何判斷單點校正是否成功

在單點校正結束後，單點校正的資料框就會顯示出來，如果某元素被印上紅色的標記，說明此元素的校正未達到要求，需要重新製備樣品，重新做單點校正。

(2) 測量的結果是否可在單點校正和單點校正間轉換

任何一個測量結果都可以轉換成經過單點校正的值和不經過單點校正的值。

可以在分析結果出來時，點選如下圖紅色選圈處來切換所需顯示的值。

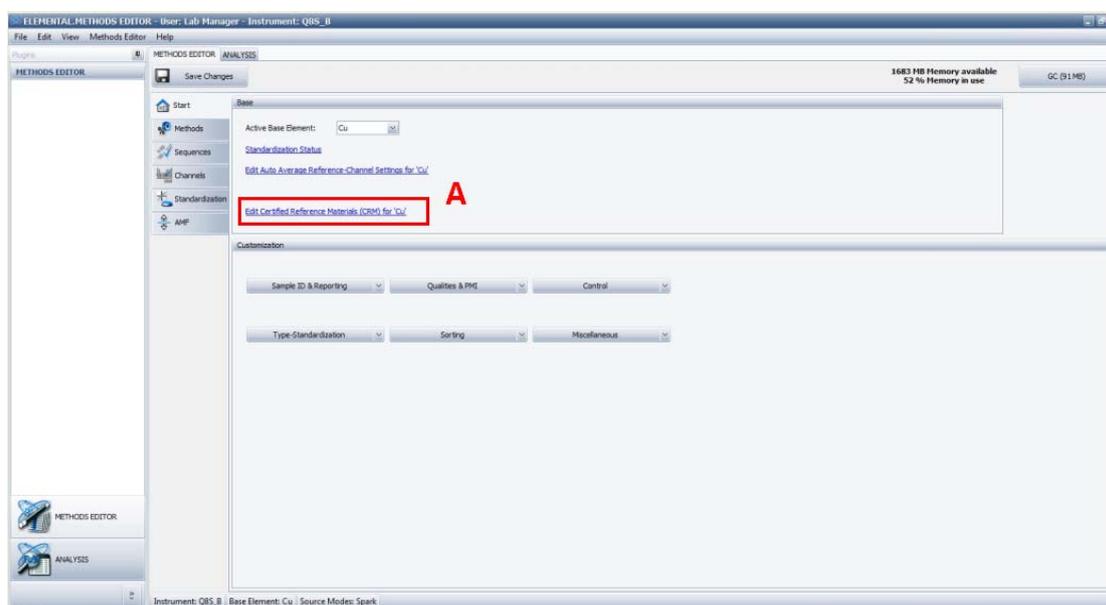
Co	%	0.0097		0.0002	1.58	0.0098	0.0095	0.0097
Pb	%	<0.0020		0.0004	360.56	<0.0020	<0.0020	<0.0020
P	%	0.0017		0.0002	13.86	0.0018	0.0014	0.0018
S	%	0.0071		0.00006	0.82	0.0071	0.0071	0.0070
Mg	%	<0.0005		0.00001	173.21	<0.00050	<0.00050	<0.00050
Cr	%	0.0007		0.00000	0.00	0.0007	0.0007	0.0007
As	%	0.0011		0.00000	0.00	0.0011	0.0011	0.0011
Ag	%	0.0017		0.00000	0.00	0.0017	0.0017	0.0017
Bi	%	0.0011		0.00006	5.41	0.0011	0.0011	0.0010
Cd	%	0.0100		0.00000	0.00	0.010	0.010	0.010
Sb	%	<0.00001		0.0002	6.00	<0.0000	<0.0000	<0.0000
Be	%	<0.0005		0.00000	0.00	<0.00050	<0.00050	<0.00050
Zr	%	0.0060		0.00006	0.96	0.0060	0.0061	0.0060
Impurity	%	0.440		0.00000	0.00			

The screenshot shows a software interface with a toolbar containing buttons: 'Activate Method', 'Complete Analysis', 'Report Analysis', and 'Reject Analysis'. Below the toolbar, there are tabs for 'Cu', 'CMC-7525', 'Type-Standardization', and 'Element Concentrations'. The 'Element Concentrations' tab is highlighted with a red circle.

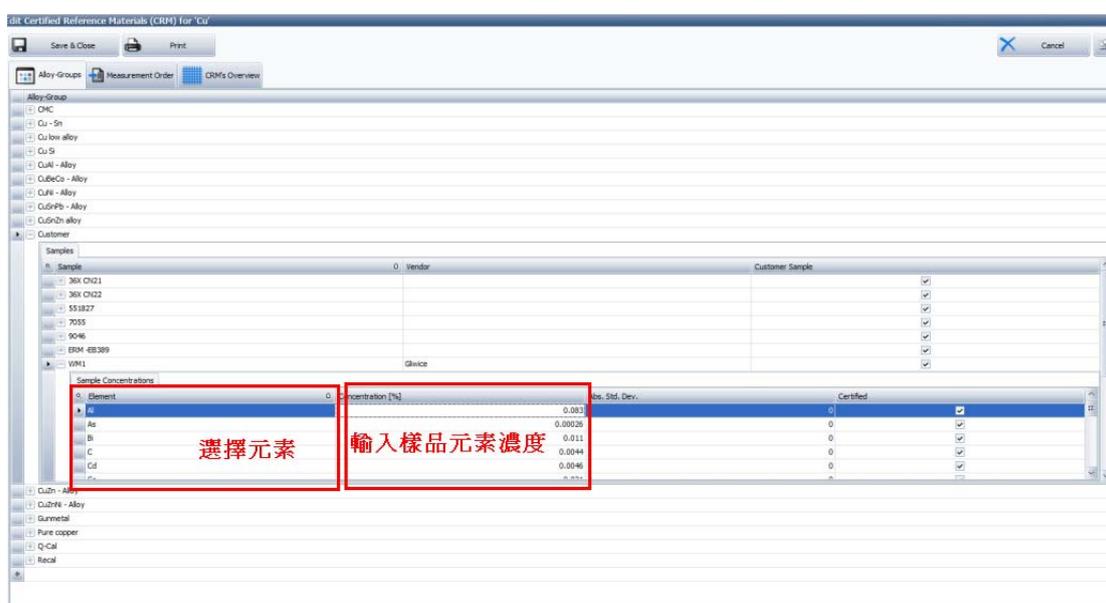
4. 檢量線的製作 (Calibration Curve)

分析元素的檢量線是強度與濃度擬合的曲線 (Curve Fitting)，藉由大量測量已知濃度的標準樣品，計算出的強度值，用強度值做縱坐標，濃度值做橫坐標依次將這些點，用一次曲線、二次曲線或三次曲線計算出的曲線。分光儀將測得的強度值經檢量線計算轉換為成分-濃度百分比，因此檢量線是分析結果的關鍵。檢量線製作的步驟說明如下。

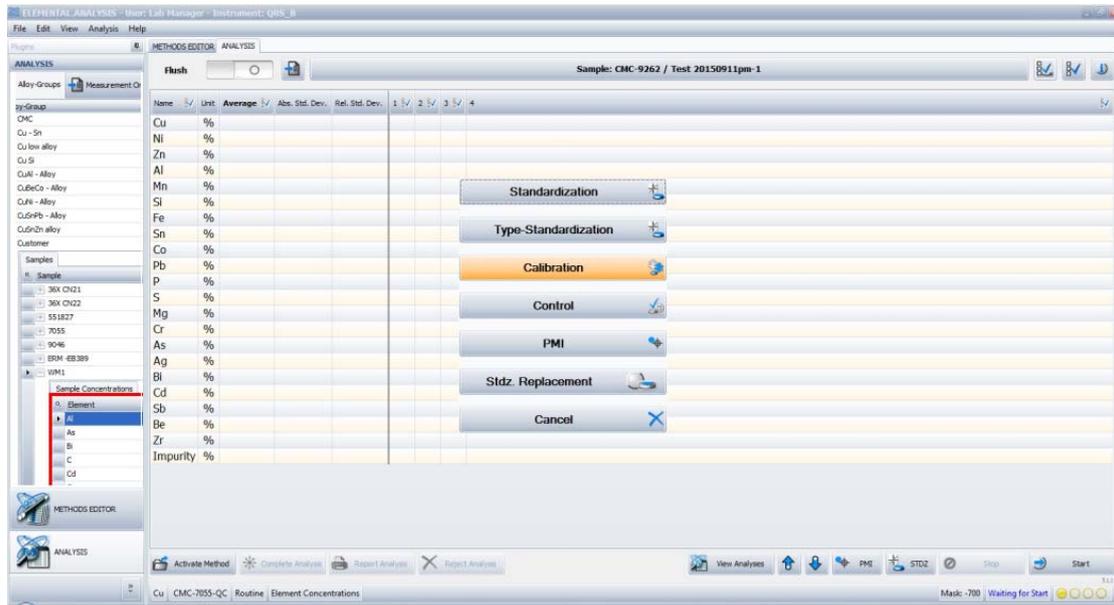
(1) 進入 Methods Editor 畫面 → 點選” Edit Certified Reference Materials (CRM) for Cu” 將標準樣品資料建入系統樣品庫中



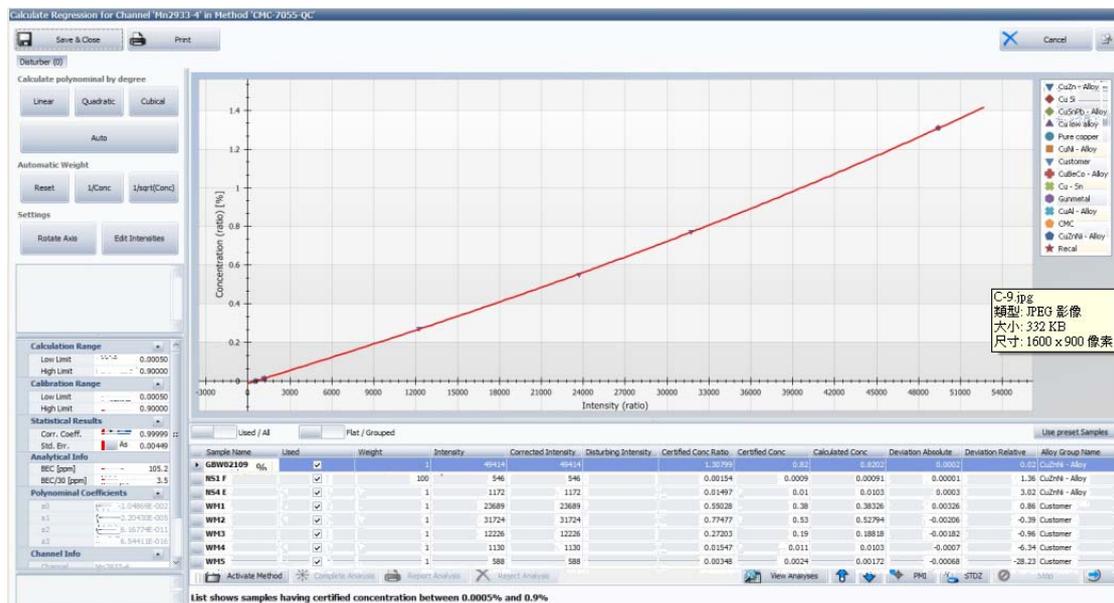
(2) 於 Alloy Groups 中新增樣品群組，一一將標準樣品成份資料輸入樣品庫中。完成後點選” Save & Close 離開。



(3) 進入 Analysis 畫面 → 點選 Works flow menu → 選取 Calibration → 選取建入之標準樣品編號進入量測擊發畫面 → 擊發該樣品 (每只樣品最少擊發 3 點) → 完成後按 "Complete" , 之後一一激發未量測之樣品。



(4) 進入 Methods Editor 畫面 → 點選 Channels → 選取所建立之 Methods → 選取欲建立檢量線之元素，進入檢量線畫面。檢量線製作畫面中，下方為樣品庫，可選取欲加入檢量線中之樣品來源，選擇適合濃度之樣品，將曲線調整至適當為止。完成後按 Save & Close 離開。重複步驟(1)~(4)逐步完成所有元素之檢量線。



肆、建議事項

1. 鼓勵選派適當人員赴原廠實習，學習新知、開拓視野：
此次實習藉著與原廠工程師交流討論，瞭解儀器較常發生的問題及一些維修保養技巧，應是此行最大的收獲。建議日後本廠購置新儀器或較具專業及技術性之設備時，應派員至原廠實習受訓，使人員對設備有較深入的了解，將原廠人員的經驗及技術帶回本廠，對往後設備的運行、保養、檢修、校正及本廠的技術提升都有很大的幫助。
2. 標準品應更加完備：
本廠一直缺少完整的標準樣品供分光儀製作檢量線用，一來是因為本廠生產的合金特殊，市面上極難找到適用之標準樣品，二來亦難尋找較具公信力之標準樣品製造商為本廠訂製。建議本廠仍應繼續收集標準品來源的相關資訊及找尋可訂製適合本廠使用之標準品廠商。因為產品品質取決於儀器的準確度，儀器的準確度取決於檢量線是否完善，而檢量線則有賴於適合之標準品來建立。此次實習亦與原廠工程師討論標準品來源之問題，原廠亦提供一些標準品廠商供本廠參考。
3. 不同合金所需之表面處理可以不同之方式，以提高效率：
本次實習時，藉參觀工廠時發現該工廠對於不同合金，在分析時之樣品表面要求不盡相同，較硬的材料可接受較粗之表面，較軟的如黃銅系列一律切割後以面銑機將表面處理至接近鏡面，但高反光之鏡面，因表面粗度下降，減少放電點，也並非最佳之表面，故如何達到最佳之表面狀況有待現場技術人員努力。
4. 研究以車床取代昂貴之樣品處理設備：
近年來分析設備價格隨其普及性而逐漸滑落，然樣品處理設備之成品居高不下，已超過分析設備，不甚合理，參觀工廠時發現該工廠將 CNC 車床研發改製，取代昂貴之樣品處理設備，可供本廠參考。
5. 考慮引入自動化設備：
此次參觀工廠時，該公司介紹全自動化樣品量測系統，該設備可完成樣品的前處理包含切割、銑面至樣品分析全面自動化一次完成，可大量節省人力及時間。本廠未來也可視需要引進全自動化樣品量測系統。