

○○公司儀器檢測專案計畫書

計畫主持人：楊希文教授

執行單位：國立聯合大學玻璃及光纖材料研究中心

合作單位：○○公司

執行期間：民國○○年○○月○○日起

一、計畫緣起

國立聯合大學玻璃及光纖材料研究中心接受○○○公司的委託，針對委託樣品進行分析與研究，使用的儀器包括材料系的量測分析設備與其他學校單位的貴重儀器。

雖然○○○公司內部對於產品的製作流程與成品規格已購置相當的檢測設備，但是對於產品出現out of spec的root cause，卻是需要一些材料分析的儀器來鑑定原因，購買這些儀器會花費額外的成本與保養費用，委託外界分析往往價格昂貴。聯合大學提供一個方案，將這些委託檢測整合成一個package，以一般市價的七至九折，提供給○○○公司一個材料分析的解決方案，而聯合大學玻璃及光纖材料研究中心近年來專研於玻璃材料的研究與分析，至目前為止已獲得經濟部學界科專計畫共六年約九千萬元的經費，與主導性新產品、產學合作、國科會計畫等上千萬的經費補助，訓練數十位人才，並累積相當多的技術與經驗，相信可以為貴公司提供一個專業材料分析的服務。

二、計畫目標

本計畫目標針對○○○公司委託樣品進行分析與研究，希望藉由學校的設備與經驗，減少購置分析儀器的成本，與委外分析的費用。

三、工作項目與內容

聯合大學玻璃及光纖材料研究中心可提供多方面的玻璃檢測技術，可提供玻璃物理與化學性質相關量測設備如下：

| 儀器名稱 | 可量測玻璃性質 |
|--------------------------|---|
| 電子顯微鏡 (SEM) | 玻璃表面微結構或裂痕，可放大至二十萬倍以上 |
| 能量分散儀 (EDS) | 玻璃表面成份定性分析，半定量 |
| 感應耦合電漿電子發射光譜儀 (ICP) | 玻璃離子濃度分析及玻璃成份定量分析，精確度高，為一般玻璃成份較可靠的定量分析 |
| 雷射粒徑分析儀 | 可測量玻璃粉體的顆粒大小，精確度達 μm 級 |
| 金相顯微鏡 | 玻璃表面觀察，放大倍率約1000倍 |
| 傅立葉轉換紅外光譜儀 | 玻璃內原子鍵結結構分析(極性) |
| 螢光光譜儀 | 玻璃發光光譜的波長與強度測試 |
| 紫外/可見光譜儀 | 玻璃穿透度(Transmittance)分析 |
| 示熱差分析儀 (DTA/TGA) | 玻璃轉移溫度(T_g)、軟化點(T_s)與結晶點(T_c)的分析 |
| 熱膨脹儀(TMA) | 玻璃熱膨脹係數(α)與玻璃轉移溫度(T_g)、軟化點(T_d)的量測 |
| 玻璃黏度儀 | 測玻璃粘度與溫度曲線 |
| 維氏硬度儀 | 玻璃硬度測試 |
| 交流阻抗分析儀 (Agilent E4980A) | 玻璃介電常數測試 |
| 拉曼光譜 | 玻璃內原子鍵結結構分析(非極性) |
| 二次離子質譜儀 | 玻璃強化後鈉與鉀離子的縱深分佈 |
| 原子吸收光譜(AA) | 玻璃離子濃度分析 |

下表為聯合大學材料系對外服務的收費標準，除了材料系內的儀器外，如所需的儀器材料系沒有購置，也可以藉由此計畫的經費，由本中心聯繫外校的單位予以協助分析，例如拉曼光譜與二次離子質譜儀等。附件一為材料系貴重儀器的功能介紹，附件二則為材料系貴重儀器的收費與他校比較。

更新日期:101年4月1日

| 設備名稱 | 規格 | 功能 | 收費標準 |
|------------------------------|--|---------------|--|
| 電子顯微鏡及 X-ray 能量分散儀 (SEM/EDX) | JSM-6700F, X-ray 元素光譜分析儀 | 顯微結構觀察，材料元素分析 | 1.電子顯微鏡每小時 3,000 元，後每 30 分 500 元 2.EDX 定性分析每次 400 元，鍍碳/金膜每次 200 元 |
| 電子顯微鏡及 X-ray 能量分散儀 (SEM/EDX) | JSM-5600, X-ray 元素光譜分析儀 | 顯微結構觀察，材料元素分析 | 1.電子顯微鏡每小時 1200 元 2.EDX 定性分析每次 300 元，鍍碳/金膜每次 200 元 |
| 感應耦合電漿電子發射光譜儀 (ICP) | HORIBA JOBIN YVON ULTIMA2 | 化學元素測定 | 開機費 1600 元，每分析一個元素加 300 元(試樣準備需自行處理，委託處理每件 800 元) |
| 雷射粒徑分析儀 | CIS-50L 含控制界面卡 | 粒徑分佈 | 每次 1000 元 |
| X-光繞射儀 | Rigaku Ultima IV | 材料結晶相鑑定 | 每小時 1,000 元，超過一小時每 30 分 500 元 |
| 偏光顯微鏡 | FINE，含 CCD 攝影鏡頭，(≤500 倍) | 顯微結構觀察 | 每小時 500 元 |
| 傅立葉轉換紅外光譜儀(FT-IR) | Perkin Elmer 8300-350 cm ⁻¹ | 化學鍵結分析 | 每個樣品 500 元 |
| 螢光光譜儀(Fluorescence) | Perkin Elmer LS-50B，可見光/紫外 | 分析螢光光譜 | 每個樣品 500 元 |

| | | | |
|-------------------------|-----------------------|-------------------|---|
| | 光 | | |
| 稜鏡耦合儀 | 折射率範圍1.6~2.4 | 折射率測量 | 每個樣品800元 |
| 折射率儀 | 折射率範圍1.5~1.69 | 折射率測量 | 每個樣品600元 |
| 紫外/可見光譜儀 | SHIMADZU-2401 | 透光度分析 | 每個樣品 500 元 |
| 示熱差分析儀(DTA/TGA) | | 測量材料在加熱過程的重量及熱量變化 | DTA 每個樣品 1000 元/件 (1000°C 以下且自備坩堝) 1500 元/件 (1000°C ~1200°C，自備坩堝) TGA 每個樣品 1000 元 (1000°C 以下) 1500 元/件 (1000°C ~1200°C，自備坩堝) 代購坩堝一個 500 元 |
| 熱膨脹儀(TMA) | Perkin Elmer，最高溫900°C | 測量材料加熱過程的長度變化 | 1,600 元/件(500°C 以下) 2,1,000 元/件(500~900°C) |
| 交流阻抗分析儀(Agilent E4980A) | 20 Hz ~ 2 MHz | 測量絕緣體介電常數 | 每個樣品 500 元 |
| 黏度儀 | SA-CPZ-20 | 測泥漿粘度 | 每個樣品 500 元 |
| 玻璃黏度儀 | 最高溫度 1600°C | 測玻璃粘度與溫度曲線 | 面議 |
| 材料強度試驗儀 | 50 噸 | 測抗拉、抗壓強度 | 每個樣品 600 元 |
| 維氏硬度儀 | Vicker 式(荷重50-2000 g) | 測材料表面硬度 | 每個樣品 500 元 |
| 可塑性試驗 | Pfeffer Korn | 可塑性測定 | 每個樣品 500 元 |
| 真比重試驗 | 比重瓶 | 測真比重 | 每個樣品 500 元 |
| 吸水率/孔隙率試驗 | | 測試體吸水率、孔隙率 | 每個樣品 600 元 |
| 視比重/體比重試驗 | | 測試體視比重，體比重 | 每個樣品 600 元 |
| 離子減薄機(Ion miller) | GATAN | TEM 試片製作 | 每一小時 1,000 元，超過一 |

| | | | |
|--|----------|--|----------------|
| | PIPS-691 | | 小時每 30 分 500 元 |
|--|----------|--|----------------|

四、計畫預期成果

預期本計畫能協助○○公司解決材料分析問題，加速製程改善與產品的研發。

五、經費需求：

貴公司可以依需求選擇儀器分析的方案，下表依金額與折扣分成三個 package，供○○公司參考。

| 執行期間 項目 | 100/5 起 | 備註 (儀器分析額度採上表收費標準，用完為止。) |
|------------|---------|--------------------------|
| Package A | 100,000 | 以收費標準九折計算 |
| Package B | 200,000 | 以收費標準八折計算 |
| Package C | 300,000 | 以收費標準七折計算 |

JSM-5600F SEM+EDS

熱游離方式電子槍是利用高溫使電子具有足夠的能量去克服電子槍材料的功函數(work function)能障而逃離。對發射電流密度有重大影響的變數是溫度和功函數，但因操作電子槍時均希望能以最低的溫度來操作，以減少材料的揮發，所以在操作溫度不提高的狀況下，就需採用低功函數的材料來提高發射電流密度。

X 射線能量散佈分析儀 (EDS) 已為國際上極普遍的電子顯微鏡附屬分析儀器，可做材料所含元素的定性、半定量、面掃描及線掃描分析。EDS 化學成份分析在合金上的應用已有廿多年，其主要用途在兩相的合金元素之分佈晶界的偏析，以及相的鑑定等方面的研究；因此其對於合金的固態相變化及物理、化學性質的深入了解具有特別的貢獻。能量散佈分析儀相較於波長散佈分析儀的優點有：(1) 快速並可同時偵測不同能量的 X-光能譜；(2) 儀器之設計較為簡單；(3) 操作簡易，不需作電子束的對準 (Alignment) 及聚焦 (Focusing)；及 (4) 使用之一次電子束電流較低可得較佳的空間解析度，且較不會損傷試片表面。然而 EDS 能量散佈分析儀仍具有以下幾項明顯的缺點：(1) 能量解析度差；(2) 定量分析能力較差；(3) 對輕元素的偵測能力較差；及 (4) 偵測極限及解析度較差。



JSM-6700F SEM+EDS

場發射掃描式電子顯微鏡除了跟傳統掃描式電子顯微鏡相同地可觀察物體之微結構外，它由於高電場所發射之電子束徑小，亮度高，具有傳統掃描式電子顯微鏡所明顯不及之高解析度，其解析度可高達 1.0 nm (15 kV)、2.2 nm (1 kV) ，另可在低電壓(可低至 0.5 kV)下操作，具直接觀察非導體之功能。



JSM-6700F 規格

| | |
|--------|---|
| 解析力 | 1.0 nm (15 kV), 2.2 nm (1.0 kV) |
| 加速電壓 | 0.5 to 2.9 kV (10 V steps) 3 to 30 kV (100 V steps) |
| 倍率 | x 25 to 650,000 |
| GUN | 冷場效型 Semi-in-Lens |
| 影像模式 | SEI (二次電子影像) LEI (低二次電子影像) |
| 樣品最大容許 | 204 mm 直徑 X 10 mm 高 |
| 即時影像顯示 | 1280X1024 pixels |
| 樣品台 | Eucentric TypeI X= 70 mm, Y= 50 mm, Z= 1.5 mm – 25 mm R=360°, T= -5 – 60° TypeII X =110 mm, Y=80 mm, Z=1.5 mm – 25 mm R=360°, T= -5 – 60° |

Ultima X-Ray 繞射分析儀

X 光照射晶體時，只有在某些特定的入射角才會出現繞射波，這主要是決定於晶胞的形狀、大小及對稱性。此外，晶胞內組成原子不同時，由於各原子對 X 光散射能力相異，故雖結構相同也會造成不同的繞射強度。基本上晶體之 X 光繞射實驗提供兩項重要訊息：一是繞射峰的位置 2θ ，二是繞射峰的強度(I)。第一項訊息提供了晶體之晶胞形狀大小(即晶格參數)的資料；第二項訊息則提供了晶體內部組成原子種類及位置的資料。隨材料之晶體結構與組成變化，每個晶體此兩項資料各不相同，正如同人類的指紋一樣，因此可以利用 X 光的繞射分析來決定材料是屬於那一種礦物晶體或是結晶材料。材料在 X 光繞射之下，不同結晶化合物會產生相異的 $\{2\theta_{hkl}, I_{hkl}\}$ 組合，稱為繞射圖譜。利用 X 光繞射圖譜可以用來作為晶格常數之校正及晶相之鑑定。

X 光粉末繞射分析在材料科學上之應用非常廣泛，包括晶相的定性與定量分析、晶粒度與內應變的測定、殘餘應力的分析、組織結構測定與結晶度分析等。X 光繞射不僅是一種非破壞性之分析方法，甚至可以在不同的分析條件下，如高溫、低溫、低壓、真空等特殊環境下進行分析研究，意即可對材料進行現場環境分析。因此 X 光繞射法是一種既簡便又具多項功能之分析利器。

性能指標:廣角掃描: 2θ : $10^\circ \sim 140^\circ$

控制與分析軟件: JADE 軟件包

測試功能: 廣角測量



ICP 感應耦合電漿原子發射光譜儀

原理介紹：

電漿處理：

電漿可以說是由氣體分子或原子受高熱或原子、電子間產生激烈碰撞時，分裂呈陽電荷的離子及帶陰電荷的高密度電子，此時該具有極高電子密度的離子化氣體即為電漿。

放射光譜之原理介紹：

每一個原子皆有一些電子運轉的能階軌域，而且離原子核愈遠的能階其能量愈大，當所有的電子皆在各自最靠近原子核的軌域上時稱為此電子是在基態。但當此原子吸收了輻射能或與其他高能粒子相撞時，這個原子就會處於激態。處於激態的原子或離子有趨向於回復到基態的特性。在此一回復的過程中會伴隨著能量釋放產生放射光譜。

定量分析原理：

樣品之放射光譜訊號由於元素濃度高低不同會有不同訊號強度，藉由比爾原理得到檢量線藉以作定量分析。

各種溶液中之重金屬元素微含量之分析。

儀器系統：

1.樣品導入系統：

JY 1.0 mm 霧化器、玻璃霧化器、史考特霧化室、旋風式霧化室 Ar 氣銷、火炬組件。

2.電漿產生器：

(1)供應產生及維持電漿所需能量

(2)軟體自動控制功能

3.光學系統：

(1)聚光部分

(2)分光部分

(3)多光儀

4.訊號處理系統：

(1)光電管

(2)電子系統

5.電腦系統：控制儀器並取得訊號加以計算

優點簡介：

一、高溫電漿有利基質之破壞而減少化性干擾。

二、可同時測定多種元素，甚至非金屬元素。

三、定量範圍大，線性範圍可達 10^6 。

四、發射源與發射電磁波之元素在電漿高溫區內，少與環境接觸，自我吸收效應少。



附件二 聯合大學材料系貴重儀器與他校收費標準比較

SEM+EDS 儀器收費標準

聯大機型：JEOL JSM-5600(熱燈絲)

JEOL JSM-6700F(場發式)

| 名稱 | 廠牌 | 型號 | 價錢 | 鍍金(碳) | SEM 拍照 | EDS |
|----|---------|-----------------------|--|----------------------------|-----------|---|
| 台大 | LEO | 場發 1530 | 每時段 3 小時收費 4500 元 | 每次 400 元 | | 定性及半定量 500 元/個，標準定量 1000 元/個 |
| 清大 | JEOL | JSM-840A JSM-5200A | 300 元/h (校內) 450 元/h (校外) 200 元/h (校內) 300 元/h (校外) | 100 | | 200 元/次 |
| 交大 | HITACHI | S-4700I | 1200 元/時(學校) 2000 元/時(營利) 2500 元/時(非營利) | 120 元/分 (學校) 250 元/分 | | 1500 元/時(學校) 2500 元/時(營利) 3000 元/時(非營利) |
| 成大 | HITACHI | S4100 | 每一單元三小時，收燈絲維護費 3000 元 | 每次 400 元 | 底片每卷 700 | 每次收費 200 元 |
| 中興 | JEOL | JSM-6700F | 每小時基本收費 1500 元 | 500 | 底片每卷 500 | 每次收費 200 元 |
| 中山 | JEOL | JSM-6700F | 800 元/時(校外) 1500 元/時(廠商) | 400 | 光碟片 50 元 | EDSD 每小時加收 500 |

X-RAY 儀器收費標準

聯大機型：Rigaku Ultima IV

| 名稱 | 廠牌 | 型號 | 單晶處理與 晶格常數確定 | 單晶結構 解析 | 計算、列印、繪圖已歸 檔資料或索取 CIF 檔 | 產業 |
|----|---------|---|-----------------------|-------------|----------------------------|-------------|
| 台大 | Siemens | SMART CCD | 1000 元/件 | 50 元 / 每個原子 | 1000 元/每個結構 | |
| 清大 | 無 | | | | | |
| 交大 | Bede | D1 | 1000(代操) 750(自行) | | | 1750 (元/小時) |
| 成大 | Rigaku | 18 kW Rotating Anode X-ray Generator | 儀器使用每件 600 元/20 分鐘 | | 電腦程式運算每件 1000 元/60 分鐘 | |
| 中 | 無資料 | | 200 元/小時(校 | | | |

| | | | | | | |
|--------|--------|-------|---|-----------------|----------|--|
| 興 | | | 自) 500 元/小時(校 代) 1500 元/小時(校 外) | | | |
| 中 山 | Rigaku | AFC6S | 500 元/個 | 繞射相片 100 元/張 | 150 元/小時 | |

ICP 儀器收費標準

聯大機型：HORIBA JOBIN YVON

| 名稱 | 廠牌 | 型號 | 學校單位(自) | 學校單位(代) | 營利事業 (自) | 營利事業(代) |
|----|------------------------|--|---|--|-----------------------------|---|
| 台大 | STS | MESC Multiplex ICP, Version 2 | 800 元(開機費) + 40 元/分 | 2400 元(開機費) + 120 元/分 | 1600 元(開 機費) + 80 元/分 | 2400 元(開機費) + 120 元/分 |
| 清大 | 無 | | | | | |
| 交大 | OXFORD INSTRUMENT S | Plasmalab System 100 | 2500 (元/小時) | 1500 (元/小時) | 無 | 5000 (元/小時) |
| 成大 | HEWLETT PACKARD | 4500 | 半定量分析：每一樣 品 1500 元 定量分析：3 個元素 內收費 1500 元 | | | |
| 中山 | PE-SCIEX ELAN | 5000 | 定量分析： 1-3 元素 300 4-6 元素 1200 7-10 元素 1600 11-15 元素 2000 | | | |
| 中興 | 無資料 | 無資料 | 350 (4 個元素) 600 (5-8 元素) 900 (9-12 元素) | 750 (4 個元素) 1200 (5-8 元素) 1800 (9-12 元素) | | 1500 (4 個元素) 2400 (5-8 元素) 3600 (9-12 元素) |