

第二章 研究方法

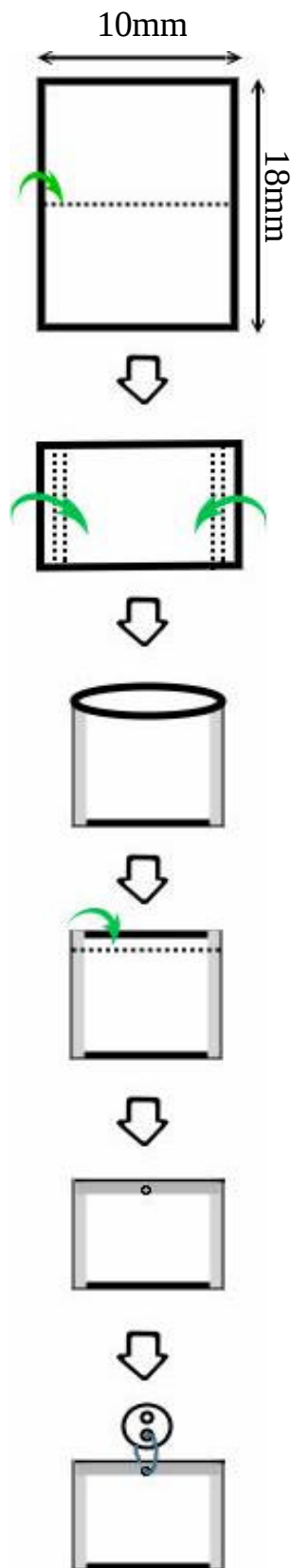
本研究採用的研究方法有實驗岩石學方法及掃描式電子顯微鏡分析，其方法分述如下：

2-1、實驗岩石學研究

本研究的實驗樣本是採自大屯火山群向天池的安山岩，將取回來的岩石取未風化部分敲細、磨粉，經四分，取適當量，用瑪瑙鉢磨細，顆粒小於 0.10mm，置 105℃ 下烘乾一天後，置入乾燥瓶中備用。把磨好的岩石粉末置於設定好溫度的高溫爐中進行反應，等待其反應完成之後，將其驟冷便可得到該環境下之礦物相，而剩餘的岩漿則會形成玻璃質的部分。不斷改變溫度進行實驗，就可以了解岩石的熔融區間，以及不同礦物隨著溫度遞減的生成順序。再利用掃描式電子顯微鏡（Scanning Electron Microscope, SEM），將各溫度下的礦物成分與玻璃成分加以分析。

本實驗採用美國 Thermolyne 公司所製造的高溫爐，可實驗的溫度範圍為 800 至 1500℃ 之間，以下為一大氣壓下高溫實驗的程序：

1. 裁剪一大小約為 10 mm×18 mm 的白金片，並將其折成袋狀。把岩石粉末充填入袋中，製成白金囊包（圖 2-1）。



1. 將白金鋁箔剪成圖示尺寸，並沿虛線對折。

2. 將左右兩側各向內對折 0.5mm 兩次。

3. 製成袋狀的白金囊包，並將岩石粉裝入八分滿。

4. 將上方白金箔壓扁向內對折 0.5mm 兩次。

5. 用圖釘在上方封口處刺一個小洞。

6. 用白金細絲線將白金囊包和兩孔氧化鋁片串在一起

圖 2-1、白金囊包的製作方法(修改自林貞儀，2005)

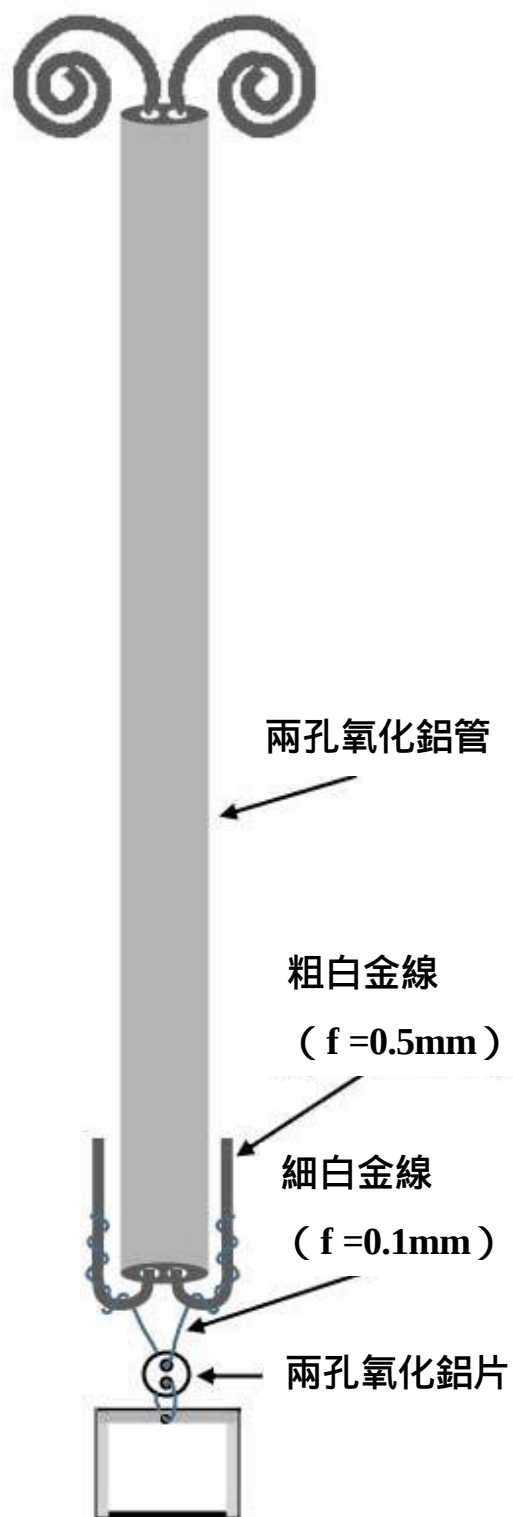


圖 2-2、白金囊包的懸掛圖示（修改自林貞儀，2005）

2. 將製作好的白金囊包先以白金細絲線懸掛於穿有兩條粗白金線之氧化鋁管的下方（圖 2-2）。
3. 將高溫爐升溫至所需溫度，等高溫爐顯示溫度穩定後，以 R 型熱電偶測量溫度，得到實驗前實測溫度，並紀錄高溫爐顯示溫度及實測溫度。
4. 將白金囊包放入已穩定溫度的高溫爐中反應。
5. 待反應達到實驗所需時間之後，利用釋電器放電，將細白金絲線熔斷，使白金囊包直接落入下方的冷水中驟冷，讓反應後的礦物相可以藉此保留下來（圖 2-3）。
6. 將高溫爐中的氧化鋁管移除，再以熱電偶測量爐內溫度，得到實驗後實測溫度，以實驗後的實測溫度為實驗溫度。
7. 將反應後的白金囊包以 AB 膠灌膠，並將其拋光製成光片（圖 2-4）。
8. 先利用光學顯微鏡，對拋光後的樣本進行礦物相的初步鑑定，並將光片在顯微鏡下的情形拍照，以便尋找要分析的礦物相。
9. 將光片鍍碳，以備之後利用電子顯微鏡進行各種礦物相及玻璃相的分析。

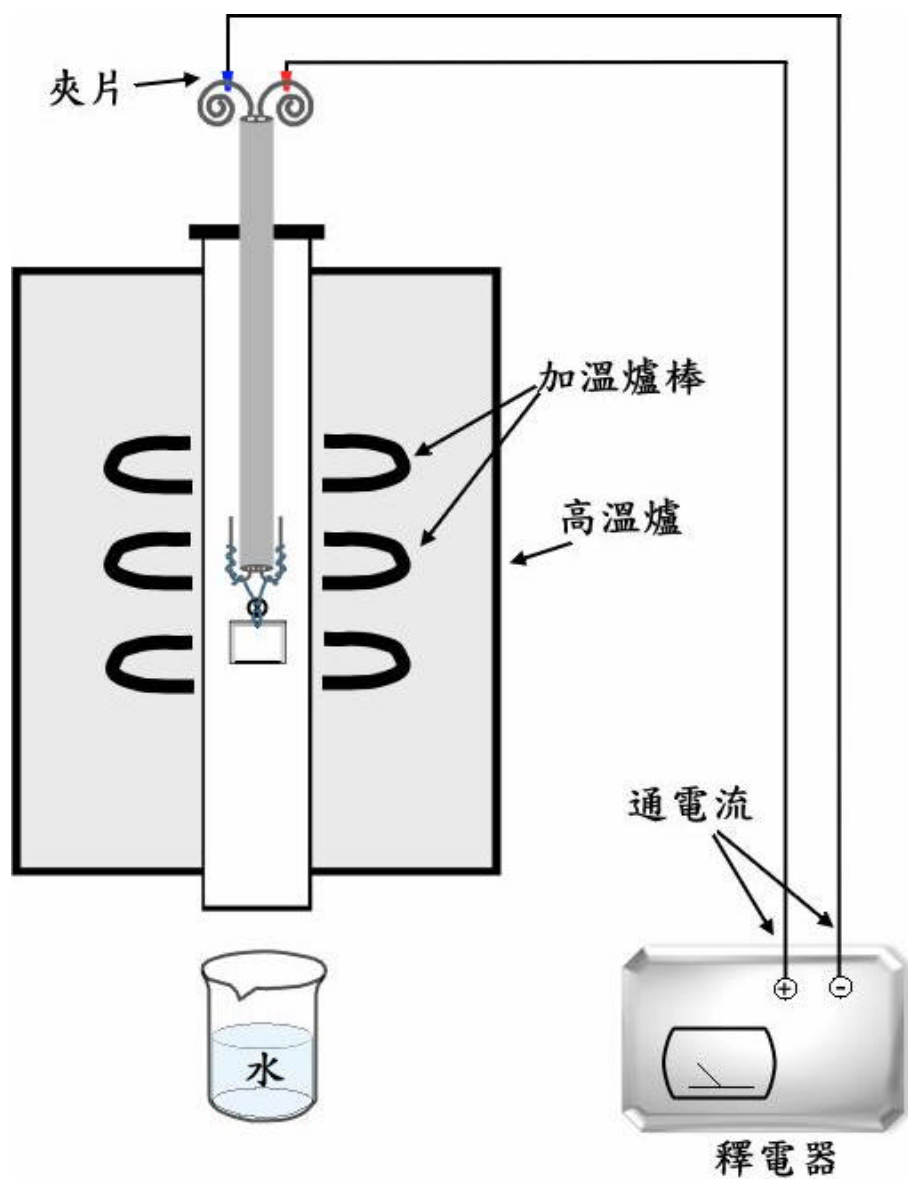
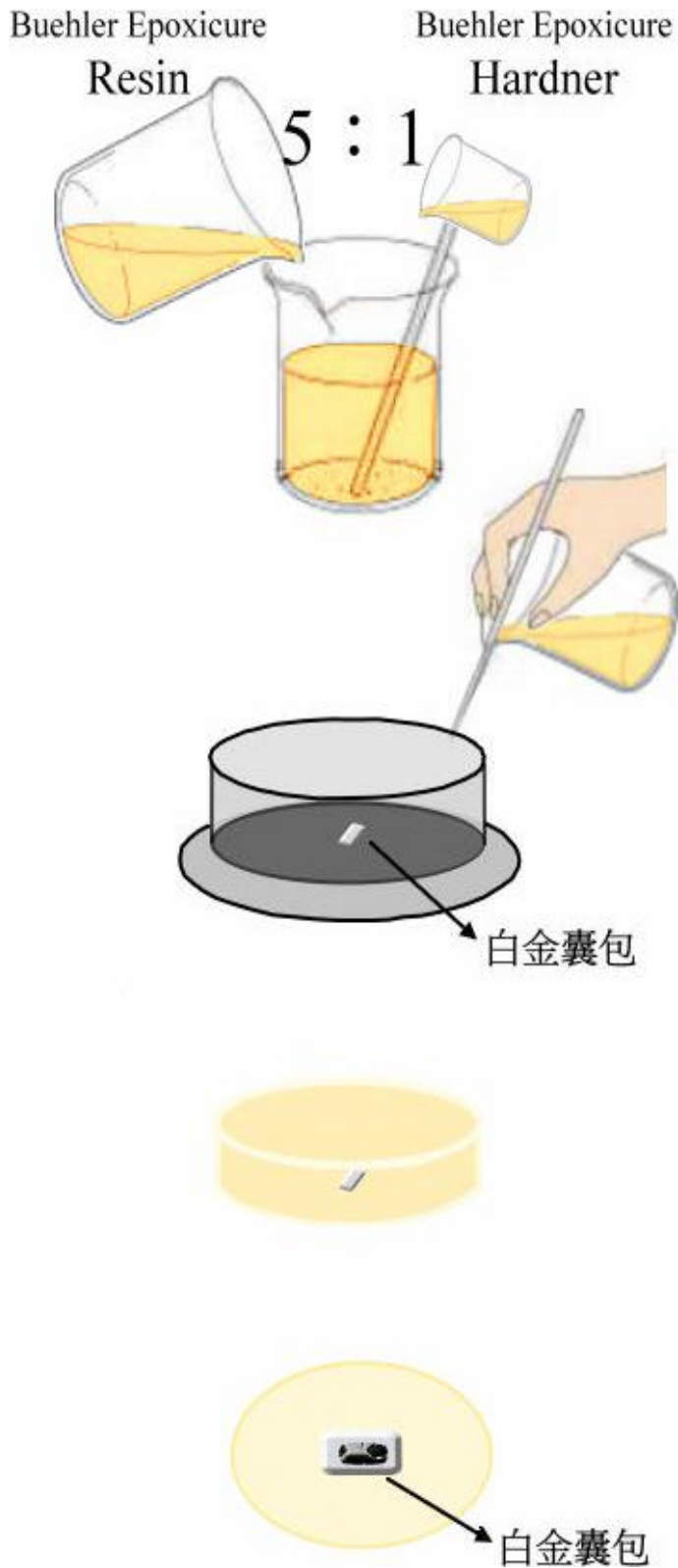


圖 2-3、一大氣壓實驗驟冷裝置示意圖（林貞儀，2005）



1、將 Buehler Epoxicure 樹脂與硬化劑，以 5:1 的比例調和。

2、拿一個有底座的光片塑膠模容器，先將凡士林塗抹於容器內部，再將白金囊包置於容器底部

3、將調好的膠倒入容器。等乾燥約 48 小時後，即可取出進行拋光。

4、將白金囊包以 1000#的金剛砂磨到標本出露，用清潔劑清洗，超音波震盪 30 秒，再以 6 μm 和 3 μm 鑽石膏拋光，最後以 0.05 μm 和 0.03 μm 氧化鋁粉拋光後即可完成

圖 2-4、白金囊包灌膠與拋光製程（修改自林貞儀，2005）

2-2、掃描式電子顯微鏡分析

將製作完成的光片利用掃描式電子顯微鏡 (SEM)，進行各種溫度下礦物相及玻璃相的初步觀察及判斷，再利用反射式電子影像圖 (Back-Scattered electron image, BEI) 得到清楚的色階，不同礦物會呈現差異性的色階，最後用能量分散光譜儀 (Energy Dispersive Spectrometer, EDS) 針對欲分析的相作化學成分分析，根據分析出來的化學元素的種類與強度，來判斷該相是何種礦物。

本研究是借國立中山大學海洋資源研究所的掃描式電子顯微鏡 (SEM) (圖 2-5) 來進行分析，儀器是由日本 HITACHI 公司製造，型號為 Model S-3000N。分析時使用之加速電壓為 15 千伏 (kV)，電流為 0.4 奈安培 (nA)，電子束的直徑為 15 μm 。

以下為掃描式電子顯微鏡 (SEM) 的操作步驟：

- 1、將製作好的光片貼上碳膠帶之後，放入掃描式電子顯微鏡 (SEM) 觀察，抽真空至壓力低於 10^{-6} torr，將電流電壓調至適當大小。
- 2、待畫面出現樣本，找到欲觀察位置，對焦、調整放大倍率後拍照。
- 3、將所拍攝之掃描式電子顯微鏡 (SEM) 影像切換至能量分散光譜儀 (EDS) 觀察視窗，並加入液態氮降溫。
- 4、選取欲分析的礦物相，開始分析。
- 5、取得化學成分分析光譜後，利用元素的種類及強度來判斷該相。



圖 2-5、掃描式電子顯微鏡 (SEM), 由日本 HITACHI 公司製造, 型號為 Model S-3000N。