第二章 實驗方法

2.1 實驗設備

實驗之設備裝置如圖一及圖二所示，圖三為裝置照片圖，其主要內容包括下列部分：(1)平面爐、(2)白金催化壁、(3)影像擷取裝置、(4)溫度量測擷取。以下就各部分分別加以介紹：

(1)平面爐：

(a)自行設計之長方體爐具，係由長 130mm、寬 80mm、高 58mm 之銅塊加工而成（圖二），可燃燒混合空氣之氣體燃料。並使用銅粉燒結的多孔性材質為爐面，爐面長度為 70 mm，寬度為 10mm。為了使外界流場的影響降到最小，在平板兩端放置兩塊透明石英板，以利光學觀察。

(b)氫氣、空氣由高壓鋼瓶氣體提供，經由調整器（regulator）使背壓在固定略大於 1 kg/cm^2，之後與浮子流量計連接，按實驗需求由流量計調整所需的流量。

(c)浮子流量計：調節氣體燃料及空氣的流量，使預先混合的燃氣達到所需的當量比。浮子流量計的刻度與流量之對應關係，先用 Parkinson 乾式流量計及 Shinagawa 濕式流量計(wet gas meter)分別作量測，並比對兩種流量計測量之差異是否合理。然而使用不同的氣體於相同的浮子流量計，其刻度所代表的流量會有不同，

因此使用不同的氣體，必須量測其刻度與流量之對應關係。

(2)白金催化壁：

將兩個尺寸為寬 70mm、高 80mm、厚 1mm 的鈦板距離 10mm 平行相對，表面電鍍約 3μm 的白金成為催化性壁面，在其背面包覆絕熱陶瓷棉及隔熱陶瓷紙作為絕熱用。

(3)影像擷取：

使用 SONY 數位攝影機之紅外線夜拍功能對影像做觀測。

(4)溫度量測：

(a) 熱電偶：選用線徑為 25 μ、熱電偶頭直徑約為 50 μ的 S-type 熱電偶（Pt／Pt-10%Rh），並搭配溫度擷取設備量測於兩個白金催化壁之間不同位置、不同燃氣當量比的溫度。然而 S-type 熱電偶主要由 Pt 構成，Pt 具有催化效應之觸媒，而且本實驗在高溫下進行，因此為了杜絕熱電偶頭之催化效應，並提升熱電偶之耐熱程度及降低熱輻射影響，故需採用文獻[25]中所提之塗佈方式，將 BeO/YCl_3 之 HCl 溶液塗料作熱電偶頭表面之塗佈（coating）。根據採用塗佈後，熱電偶頭直徑約為 75μm，其表面放射係數為 0.6 [26]。

此外因熱電偶頭量測高溫的輻射效應，必須做溫度校正。利用能量守恆關係

$$T_g = T_j + \frac{\varepsilon\sigma}{h}(T_j^4 - T_{sur}^4) ,$$

其中T_g為真實燃氣溫度、T_j為熱電偶測量溫度、

T_{sur}為環境溫度，取壁面溫度 390K、ε=0.6；$\sigma = 5.67*10^{-8}$，

h為熱對流熱傳係數，根據估算本實驗$\mathrm{Re}_D \approx 0.5$，故由

$$Nu_D = 2 + (0.4\,\mathrm{Re}_D^{1/2} + 0.06\,\mathrm{Re}_D^{2/3})\,\mathrm{Pr}^{0.4}(\frac{\mu}{\mu_s})^{1/4} \ ,$$

可以推估$Nu_D \approx 2$。根據此一校正方法，在T_j=1000K 時，溫度校正量為 12K。

(b) Thermocouple Insulator：選用 Omega 外徑 1/16in、內孔徑 1/64in 的 Omegatite350 系列雙孔陶瓷管，含 99% 之 Al_2O_3，最大工作溫度為 1900℃。將熱電偶頭依文獻[25]塗佈 BeO/YCl_3 後，把此熱電偶之電偶線分別穿過陶瓷管之雙孔，再將此陶瓷管架設於自行設計的固定機構上，並將此機構後端固定於兩光學平移台組成之 XY 軸平移台，XY 軸平移台水平移動距離為 25mm，垂直移動距離為 50mm。

(c)溫度擷取設備：使用 Fluke 公司 Hydra 系列 A2620 的資料擷取器，並搭配此系列擷取熱電偶的模組，透過 S-type 熱電偶專用延長線與熱電偶連接，讀取紀錄溫度數據。

2.2 實驗方法

首先點燃一小火焰，先將壁面與設備加熱到均勻維持在攝氏一百

多度，之後熄掉火焰再通入要量測的常溫預混燃氣，此方式與文獻[14]相似，而燃氣條件如表一所示，其條件設計說明如下：

(1) 相同燃氣進口速度，不同當量比：Case 1、case 2、case 3 和 case 5 有相同的燃氣進口速度（0.2 m/s），然而有不同的當量比以及氫氣體積流率，如此用來比較相同流速、不同當量比的情況。

(2) 相同當量比，不同燃氣進口速度：Case 3 和 case 4 的當量比皆為 0.35，但分別有不同的燃氣進口速度為 0.2 m/s 及 0.27 m/s。Case 4、case 5 及 case 6 的當量比皆為 0.15，其燃氣進口流速分別為 0.2 m/s、0.43 m/s 及 0.59 m/s。如此設計用來比較相同當量比但不同進口流速之情形。

(3) 相同氫氣體積流率，不同當量比：Case 2、case 4 和 case 7 的氫氣體積流率皆為 $0.244 \times 10^{-4} m^3/s$，其不同的當量比分別為 0.5、0.35 及 0.15。Case 3 和 case 6 的當量比分別為 0.35 及 0.15，但都有相同的氫氣體積流率為 $0.178 \times 10^{-4} m^3/s$。如此以比較相同氫氣體積流率，不同當量比、不同進口流速的差異。

量取溫度需先等待通入的燃氣與壁面反應建立之溫度場穩定後才進行。量測時以 Y 軸（壁面高度）間距 5mm、X 軸（與壁面距離）間距 1mm，如此所構成之格點進行量測。然而壁面附近會有較大的溫度變化，因此在離壁面 0.5mm 處多加一組量測點。