



四行程機車排氣檢定排放測定參數之變異數分析及 以迴歸分析建立燃燒效率模式

鄭語萱¹ 林雅芬² 吳友平^{3,*} 張秉華⁴ 莊明玉⁴

1 國立宜蘭大學化學工程與材料工程學系研究生

2 國立宜蘭大學化學工程與材料工程學系講師

3 國立宜蘭大學化學工程與材料工程學系教授

4 春迪企業股份有限公司

摘要

在地狹人稠的臺灣，機動車為民眾生活中不可或缺的代步工具，機動車的數量更是不斷提升，每年產生的污染物，例如：一氧化碳(CO)、碳氫化合物(HC)，佔了全國總排放量的 10%，為了解決嚴重的空氣污染，環保署制定了各項政策，包含機車排氣定期檢驗、逐年提高排放標準，期許能夠降低污染，提升空氣品質。燃燒效率為評估燃燒器燃燒燃料效果的一種指標，以燃燒燃料獲得熱量而言，燃燒效率越高，其成本越低，高燃燒效率可以降低污染，當燃料出現不完全燃燒時會產生一氧化碳(CO)，反之若完全燃燒僅會產生二氧化碳(CO₂)，因此可以利用此兩種參數作為評估燃燒器燃燒效率好壞的指標。因此本研究利用宜蘭縣機動車 2014 年及 2015 年的四行程機車之檢測資料建構出一組以檢測資料做為燃燒效率的參數，透過燃燒效率來了解燃料被利用的程度。另外也針對其他因素對於測定參數進行變異數分析，其他因素包括：廠牌、排氣量、里程數、期程別，本研究以 SPSS 軟體，以變異數分析針對每個測定參數進行分析，探討測定參數對於其他因素之間關係，另外利用迴歸分析進行燃燒效率統計分析歸納出一方程式。

關鍵字：變異數分析、迴歸分析、燃燒效率、四行程機車

*通訊作者 E-mail：ypwu@niu.edu.tw



Variance analysis of measurement parameters of exhaust test for four-cycle motorcycles emissions and regression analysis of combustion efficiency model

Yu-Hsuan Cheng¹, Ya-Fen Lin², Yo-Ping Wu^{3,*}, Ping-Hua Chang⁴, Ming-Yu Chuang⁴

1. Graduate Student, Department of Chemical and Materials Engineering, National Ilan University.
2. Lecturer, Department of Chemical and Materials Engineering, National Ilan University.
3. Professor, Department of Chemical and Materials Engineering, National Ilan University.
4. Chun Di enterprise Co., Ltd.

ABSTRSCT

Motorcycles are popular and important transportation in Taiwan. The number of motorcycles is increasing every year and then emits larger amount of pollutants, such as carbon monoxide (CO) and Hydrocarbons (HC). In order to solve serious air pollution problems, Environmental Protection Agency of Taiwan, R.O.C. have announced several policies, for example, motor vehicles regular inspection and increasing emissions standards, to reduce pollution and improve air quality. Combustion efficiency is an index which can be used to evaluate the effect of engine burning the fuels. The higher combustion efficiency shows lower CO produced and lower the pollution. In this study, the motorcycles inspection data of Yilan county, Taiwan was used to inspect the relationships between the pollutants emissions and combustion efficiency, also considered the parameters, such as, brands, displacements, mileage, and periods. In this study, SPSS software was used to analyze each measurement parameter with the variance analysis to explore the relationship between the measured parameters and other factors. The regression analysis was also used to analyze the relationship between measured parameters and combustion efficiency.

Keywords: Variance analysis, regression analysis, combustion efficiency, four-cycle motorcycles

*Corresponding author E-mail: ypwu@niu.edu.t

一、前言

隨著工業的迅速發展，為人們帶來便利的同時，對環境產生許多污染，更為地球造成許多影響，例如：全球暖化、溫室效應。溫室效應是因為大氣中含有大量的溫室效應氣體所造成，溫室效應氣體主要包括水蒸氣、二氧化碳(CO₂)、甲烷(CH₄)(陳維新,2009)(陳維新,2015)，溫室效應所影響的不僅有造成南北極冰山融化，使極地動物無家可歸，以及氣候變遷導致異常或極端的天氣，還有隨著平均溫度的提升會使傳染病更加猖獗，在台灣因氣溫引起的傳染病以登革熱為主，因此降低溫室效應氣體的排放為全球人類努力的目標。每年因為燃燒運輸燃料所帶來的溫室效應氣體排放佔 14.0%，位居全球溫室效應氣體排放第三位，而在臺灣由經濟部能源局統計，2015 年因運輸所排放的二氧化碳(CO₂)就有 3,576 萬公噸，平均成長率為 2.42%(經濟部能源局,2015)，對於工業與經濟發展繁榮的臺灣，不可能禁止所有運輸工具的使用，只能透過制定車輛排氣定期檢驗制度，廣設檢驗站，嚴格要求排放標準，同時也推廣替代燃料與低污染車輛，以減少廢氣排放。

根據交通部交通統計月報，截至 106 年 2 月，已登記的機動車輛有 21,426,412 輛，而設籍於宜蘭縣的機動車輛有 427,040 輛，其中機車就佔了 269,457 輛，大約是宜蘭縣車輛數的 63.1%(交通部,2016)。對於地狹人稠的臺灣而言，由於機車體積輕巧且機動性高，適合作為短距離的移動，所以成為民眾在生活中不可或缺的代步工具，然而因為機車數量的攀升，伴隨而來的廢氣，造成空氣污染的問題日益加劇，隨著環保意識的抬頭以及民眾對於空氣品質要求的提高，因此解決廢氣排放的問題刻不容緩。

機動車為容易造成高度空氣污染之交通工具，加上過濾廢棄設備昂貴以及不易安裝，大多數的車主僅在意機動車性能，往往忽略廢氣排放的問題，以及僅在出現故障時才前往檢修，缺乏保養觀念，因此無形之中加速空氣品質的惡化，為了解決此問題，環保署推動機車排氣定期檢驗制度，針對一氧化碳(CO)、二氧化碳(CO₂)、碳氫化合物(HC)進行

檢測，並且逐年加嚴排放標準，機車排氣定期檢驗制度僅針對一氧化碳(CO)、二氧化碳(CO₂)、碳氫化合物(HC)，建立其排放門檻，本研究建構出一燃燒效率參數，燃燒效率與一氧化碳(CO)、二氧化碳(CO₂)有高度相關，而燃燒效率也有可能受到其他變數影響，例如：廠牌類別、排氣量、里程數、期程別，間接代表機車排氣定期檢驗項目可能與廠牌、排氣量、里程數、期程別存在關係，因此本研究利用宜蘭縣 2014 年及 2015 年四行程機動車的檢測資料，以統計分析 SPSS 軟體歸納出一方程式，並且探討測定參數對於廠牌類別、排氣量、里程數、期程別之關係。

二、研究方法

燃燒效率為燃燒器燃燒燃料的一種指標，也是重要的參數，對於透過燃燒燃料獲得熱量而言，燃燒效率越高，其成本越低，對於環境而言，高燃燒效率可以降低污染，當燃料出現不完全燃燒時會產生一氧化碳(CO)，反之若完全燃燒僅會產生二氧化碳(CO₂)，因此可以利用此兩種參數作為評估燃燒器燃燒效率好壞的指標，所以將燃燒效率定義為

$$\eta = \frac{CO_2}{CO+CO_2}$$

(1)

當一氧化碳(CO)濃度為零，燃燒效率等於 1 時，表示完全燃燒。

本研究建構燃燒效率參數 $\eta(CO_2/CO+CO_2)$ ，探討此參數及一氧化碳(CO)、二氧化碳(CO₂)、碳氫化合物(HC)、廠牌、排氣量、里程數、期程別之間是否存在某一函數關係，如方程式(2)所示。

$$\eta = aCO + bCO_2 + cHC + \alpha_i X_i + \beta_i Y_i + \gamma_i Z_i + \delta_i R_i$$

(2)

其中 X_i 為各廠牌、 Y_i 為不同排氣量、 Z_i 為各里程數範圍、 R_i 為各階段期程。

迴歸分析用於說明自變數與因變數的關係型態，而變異數分析用於證明自變數與因

變數之間是否有顯著影響，以及能夠進行自變數之間的比較(杜強,2014)(唐麗英,2008)。本研究將利用迴歸分析與變異數分析各自的優勢來進行統計分析，以 SPSS 軟體進行迴歸分析，探討變數間的關係函數，建立一燃燒效率參數方程式，變異數分析用於說明自變數與因變數之關係，以及各自變數之間的關係(呂金河,1997)。

1. 一氧化碳(CO)：濃度單位%。
2. 二氧化碳(CO₂)：濃度單位%。
3. 碳氫化合物(HC)：濃度單位 ppm。
4. 廠牌：廠牌分為國內三大廠牌，將其編號為為廠牌 1、廠牌 2 及廠牌 3，另外廠牌 4 為除了三大廠牌以外的其他廠牌。
5. 排氣量：排氣量分為 49cc、90cc、125cc、150cc。
6. 里程數：里程數 20000(0 到 20000km)、里程數 40000(20001 到 40000km)、里程數 60000(40001 到 60000km)、里程數 80000(60001 到 80000km)、里程數 100000(80001 到 100000km)。
7. 期程別：環保署為了有效改善因機車排放廢氣引起的空氣污染，機動車需定期進行排氣檢驗，機動車的排放標準自 1988 年 7 月 1 日起分為五期逐步實施，主要針對 CO 及 HC+NO_x 的排放標準逐步提高，第一期自 1988 年 7 月 1 日至 1991 年 6 月 30 日；第二期自 1991 年 7 月 1 日至 1997 年 12 月 31 日；第三期自 1998 年 1 月 1 日至 2003 年 12 月 31 日；第四期自 2004 年 1 月 1 日至 2007 年 6 月 30 日，第四期與前面三期最大的不同為將機車新車審驗分為二行程與四行程，並且制定定期排放標準，二行程的檢測較四行程嚴格，主要希望藉此加速淘汰高污染的二行程機車，第五期自 2007 年 7 月 1 日至 2016 年 12 月 31 日，第六期自 2017 年 1 月 1 日至 2020 年 12 月 31 日，第七期自 2021 年 1 月 1 日起。

三、結果與討論

3-1 變異數分析

利用 SPSS 軟體先進行變異數分析，分別針對廠牌類別、排氣量、里程數、期程別對於 CO、CO₂、HC 之間關係進行探討，廠牌的不同對於測定參數可能會有所差異，同樣地排氣量、里程數、期程別也可能對於測定參數有所差異，因此透過變異數分析不僅能夠說明廠牌類別、排氣量、里程數、期程別間的關係，也可以說明廠牌類別、排氣量、里程數、期程別對於測定參數的關係(呂金河，1997)。

3-1-1 廠牌變異數分析

3-1-1-1 燃燒效率

針對各廠牌類別進行燃燒效率變異數分析，由於不同廠牌的總數差異將廠牌分成四組，分別為國內三大廠牌與其他廠牌，由表 1 廠牌之燃燒效率變異數分析可知，各個廠牌的平均燃燒效率有顯著差異(其 p 值=0.000<0.05)。

表 1 廠牌之燃燒效率變異數分析

變異數分析					
效率	平方和	df	平均平方	F	顯著性
群組之間	4.972	3	1.657	79.034	.000
在群組內	109.826	5237	.021		
總計	114.799	5240			

接著進行同質性測試，由附錄表 A1Lenene 統計資料中可以發現，其顯著性相當顯著(其 p 值=0.000<0.05)，表示各廠牌間為不同質，說明了有 95%以上機率承認組間變異數不同質，利用 Brown-Forsythe 及 Welch 統計量來檢定各組平均燃燒效率是否相等，以顯著性判斷是否違反變異數同質性假設，由附錄表 A1 可得知 Brown-Forsythe 及 Welch 統計量之顯著性顯著(其 p 值=0.000<0.05)，因此符合變異數同質性假設。

以 Games-Howell 進行事後檢定，Games-Howell 為變異數不同質時的靈活比較統計分析，經由 SPSS 軟體分析可以判別單一廠牌對其他廠牌之間的相關性，在附錄表 A2 第

一列廠牌 1 的平均差異明顯低於其他廠牌，第二列中廠牌 2 平均差異明顯高於廠牌 1 及廠牌 4，並且明顯低於廠牌 3，第三列廠牌 3 分別與廠牌 1、廠牌 2 及廠牌 4 有明顯的顯著性，並且其平均差異明顯高於其他廠牌，第四列廠牌 4 平均差異明顯高於廠牌 1，並且明顯低於廠牌 2 及廠牌 3，由此可統整出一邏輯順序。在附錄表 A2 同質子集表中，廠牌被分為四個子集，說明各個變數間均有明顯的差異，且平均燃燒效率比較：廠牌 3>廠牌 2>廠牌 4>廠牌 1。

3-1-1-2 一氧化碳(CO)

同樣地，因廠牌數量上的差異，將廠牌分為四組，由表 2 廠牌之一氧化碳變異數分析可知，各個廠牌的平均燃燒效率有顯著差異(其 p 值=0.000<0.05)。

表 2 廠牌之一氧化碳變異數分析

變異數分析					
CO					
	平方和	df	平均值平方	F	顯著性
詳細之間	723.439	3	241.146	61.940	.000
在詳細內	20388.919	5237	3.893		
總計	21112.358	5240			

接著進行同質性分析，由附錄表 A3 中的變異數同質性測試可以發現有顯著的顯著性(其 p 值=0.000<0.05)，表示各廠牌為不同質，利用 Brown-Forsythe 及 Welch 統計量來檢定各組平均燃燒效率是否相等，以顯著性判斷是否違反變異數同質性假設，由附錄表 A3 可得知 Brown-Forsythe 及 Welch 統計量之顯著性顯著(其 p 值=0.000<0.05)，因此符合變異數同質性假設。

接著以 Games-Howell 進行事後檢定，由附錄表 A4 多重比較表，第一列廠牌 1 與廠牌 2 及廠牌 3 有顯著的顯著性，表示廠牌 1 與廠牌 2 及廠牌 3 有顯著的差異，廠牌 1 的平均一氧化碳濃度大於廠牌 2、廠牌 3 與廠牌 4，而在多重比較表中的第三列，廠牌 3 與廠牌 1、廠牌 2 及廠牌 4 有顯著的顯著性，廠牌 3 的平均一氧化碳濃度小於其餘廠牌。

在附錄表 A4 同質子集表中可以發現，廠牌被分為三個子集，說明了各個子集間有

差異，廠牌 1 與廠牌 4 被分至同一子集，表示二者平均一氧化碳濃度並無差異，因此由同質子集表能夠排列出平均一氧化碳濃度之邏輯順序：廠牌 4(=廠牌 1)>廠牌 2>廠牌 3。

3-1-1-3 二氧化碳(CO₂)

與上述分析方法相同，將廠牌分為四組，由表 3 廠牌之二氧化碳變異數分析可知，各個廠牌的平均燃燒效率有顯著差異(其 p 值=0.000<0.05)。

表 3 廠牌之二氧化碳變異數分析

變異數分析					
CO ₂					
	平方和	df	平均值平方	F	顯著性
群組之間	214.746	3	71.582	12.867	.000
在群組內	29134.819	5237	5.563		
總計	29349.565	5240			

接著進行同質性分析，由附錄表 A5 中的變異數同質性測試可以發現有顯著的顯著性(其 p 值=0.000<0.05)，表示各廠牌為不同質，利用 Brown-Forsythe 及 Welch 統計量來檢定各組平均燃燒效率是否相等，以顯著性判斷是否違反變異數同質性假設，由附錄表 A5 可得知 Brown-Forsythe 及 Welch 統計量之顯著性顯著(其 p 值=0.000<0.05)，因此符合變異數同質性假設。

以 Games-Howell 進行事後檢定，由附錄表 A6 多重比較表中，第一列發現廠牌 1 與廠牌 3 及廠牌 4 有顯著的顯著性，而廠牌 1 與廠牌 2 則無顯著，且廠牌 1 的平均二氧化碳濃度均低於其他廠牌，在第三列中廠牌 3 與廠牌 1 及廠牌 2 有顯著的顯著性，而與廠牌 4 無顯著的顯著性，在第四列可以發現廠牌 4 的平均二氧化碳濃度高於其他廠牌。

透過附錄表 A6 同質子集表能夠發現廠牌分為兩個子集，廠牌 1 及廠牌 2 為同一子集，說明二者的平均二氧化碳濃度並無差異，而廠牌 3 及廠牌 4 則在同一子集中，由此結果可以歸納一邏輯順序，平均二氧化碳濃度：廠牌 3(=廠牌 4)>廠牌 1(=廠牌 2)。

3-1-1-4 碳氫化合物(HC)

與上述分析方法相同，將廠牌分為四組，由表 4 廠牌之二氧化碳變異數分析可知，各個廠牌的平均燃燒效率有顯著差異(其 p 值=0.000<0.05)。

表 4 廠牌之碳氫化合物變異數分析

變異數分析					
HC					
	平方和	df	平均值平方	F	顯著性
群組之間	15238530.24	3	5079510.079	8.923	.000
在群組內	2981192082	5237	569255.696		
總計	2996430613	5240			

接著進行同質性分析，由附錄表 A7 中的變異數同質性測試可以發現有顯著的顯著性(其 p 值=0.000<0.05)，表示各廠牌為不同質，利用 Brown-Forsythe 及 Welch 統計量來檢定各組平均燃燒效率是否相等，以顯著性判斷是否違反變異數同質性假設，由附錄表 A7 可得知 Brown-Forsythe 及 Welch 統計量之顯著性顯著(其 p 值=0.000<0.05)，因此符合變異數同質性假設。

由附錄表 A8 多重比較表中，第一列廠牌 1 與廠牌 3 及廠牌 4 有顯著的顯著性，且廠牌 1 之平均碳氫化合物濃度大於其餘廠牌，第二列廠牌 2 則僅與廠牌 3 有顯著的顯著性，第三列廠牌 3 與廠牌 1 及廠牌 2 有顯著的顯著性，且廠牌 3 的平均碳氫化合物濃度均低於其他廠牌，最後第四列廠牌 4 僅與廠牌 1 有顯著的顯著性，與廠牌 2 及廠牌 3 無顯著的顯著性。

在附錄表 A8 同質子集表中，廠牌被分為三個子集，可以發現廠牌 2 與廠牌 4 存在於不同的兩個子集中，因此只能說明，廠牌 1 的平均碳氫化合物濃度大於廠牌 4 的平均碳氫化合物濃度，而廠牌 2 的平均碳氫化合物濃度大於廠牌 3 的平均碳氫化合物濃度。

3-1-2 排氣量變異數分析

因引擎型態的不同可將機車分為：二行程機車與四行程機車。而四行程機車排氣量則分為 49cc、90cc、125cc 及 150cc。

本研究根據機車分級制度，針對四行程普通輕重型機車 49cc、90cc、125cc 及 150cc，統計數據顯示排氣量 125cc 為最大族群，針對普通輕重型機車排氣量進行排氣量對於各個測定參數的變異數分析。

3-1-2-1 燃燒效率

四行程普通輕重型機車分為 49cc、90cc、125cc 及 150cc，由表 5 可知各排氣量的平均燃燒效率有顯著差異(其 p 值=0.000<0.05)。

表 5 排氣量之燃燒效率變異數分析

變異數分析					
效率	平方和	df	平均值平方	F	顯著性
群組之間	1.023	2	.512	24.135	.000
在群組內	102.634	4842	.021		
總計	103.657	4844			

接著進行同質性測試，由附錄表 A9Lenene 統計資料中可以發現，有明顯的顯著性(其 p 值=0.000<0.05)，表示各排氣量間為不同質，接著利用 Brown-Forsythe 及 Welch 統計量來檢定各組燃燒效率平均數是否相等，以顯著性判斷是否違反變異數同質性假設，由附錄表 A9 可得知 Brown-Forsythe 及 Welch 統計量之顯著性明顯(其 p 值=0.000<0.05)，因此符合變異數同質性假設。

由附錄表 A10 多重比較表中第一列可以發現，單一排氣量 49 對於排氣量 90 具有顯著的顯著性(其 p 值=0.00<0.05)，表示排氣量 49 與排氣量 90 有顯著差異，且排氣量 90 平均差異均顯著低於其他排氣量，同樣地從多重比較表第二列亦可發現排氣量 90 對於排氣量 49 及排氣量 125 有顯著差異(其 p 值=0.000<0.05)，平均差異顯著高於其餘排氣量，第三列排氣量 125 與排氣量 90 有顯著的顯著性，而在第四列排氣量 150 與排氣量 90 及排氣量 125 並無明顯差異。

接著在附錄表 A10 同質子集表中，將排氣量分為三個子集，排氣量 49 及排氣量 125 出現在第一欄，排氣量 125 及排氣量 150 出現在第二欄，而排氣量 150 及排氣量 90 則出現在第三欄，在同一子集中表示其平均燃燒效率並無差異，因此排氣量 49 及排氣量

125 並無明顯差異，而排氣量 125 及排氣量 150 之間並無明顯差異，以及排氣量 150 及排氣量 90 亦無明顯差異，透過同子集表可以說明，排氣量 90 的燃燒效率大於排氣量 125 的燃燒效率，排氣量 150 的燃燒效率大於排氣量 49 的燃燒效率。

3-1-2-2 一氧化碳(CO)

與上述方法相同，四行程普通輕重型機車大致分為 49cc、90cc、125cc 及 150cc，由表 6 可知各排氣量的平均一氧化碳濃度有顯著差異(其 p 值=0.000<0.05)。

表 6 排氣量之燃燒效率變異數分析

變異數分析					
CO					
	平方和	df	平均值平方	F	顯著性
群組之間	193.251	3	64.417	16.164	.000
在群組內	20783.454	5215	3.985		
總計	20976.705	5218			

接著進行同質性測試，由附錄表 A11 Lenene 統計資料中可以發現，有明顯的顯著性(其 p 值=0.000<0.05)，表示各排氣量間為不同質，接著利用 Brown-Forsythe 及 Welch 統計量來檢定各組燃燒效率平均數是否相等，以顯著性判斷是否違反變異數同質性假設，由附錄表 A11 可得知 Brown-Forsythe 及 Welch 統計量之顯著性明顯(其 p 值=0.000<0.05)，因此符合變異數同質性假設。

以 Games-Howell 進行事後檢定，由附錄表 A12 多重比較表中，第一列中排氣量 49 與排氣量 90 有顯著的顯著性，說明排氣量 49 與排氣量 90 有顯著差異，在第二列中排氣量 90 與排氣量 49 及排氣量 125 有顯著的顯著性，且排氣量 90 的平均差異均高於其他排氣量，第三列中排氣量 125 平均差異均高於其他排氣量，而在第四列排氣量 150 與其餘排氣量無顯著的差異。

在附錄表 A12 同質子集表中，將排氣量分為兩個子集，第一欄排氣量 90 與排氣量 150 在同一子集中，表示二者平均一氧化碳濃度無差異，而排氣量 49 與排氣量 125 亦同，由此結果可以歸納出一邏輯順序：排氣量 49(=排氣量 125)>排氣量 90(=排氣量 150)。

3-1-2-3 二氧化碳(CO₂)

與上述方法相同，四行程普通輕重型機車大致分為 49cc、90cc、125cc 及 150cc，由表 7 可知各排氣量的平均二氧化碳濃度有顯著差異(其 p 值=0.000<0.05)。

表 7 排氣量之二氧化碳變異數分析

變異數分析					
CO ₂					
	平方和	df	平均值平方	F	顯著性
群組之間	407.703	3	135.901	24.572	.000
在群組內	28842.838	5215	5.531		
總計	29250.541	5218			

接著進行同質性測試，由附錄表 A13Lenene 統計資料中發現，無明顯的顯著性(其 p 值=0.074>0.05)，表示各排氣量間為同質，因此可以直接利用 Scheffe 法進行事後檢定。

Scheffe 法為使用樣本的 F 分佈，對所有可能的平均數組合進行同步配比較，亦可檢定分組平均數的所有線性組合，不僅僅只是配比較。由附錄表 A14 多重比較表，第一列排氣量 49 與排氣量 90、排氣量 125 與排氣量 150 均有顯著的顯著性，表示排氣量 49 與其他排氣量有顯著的差異，且排氣量 49 的平均差異均小於其他排氣量，在第二列中排氣量 90 的平均差異均大於其他排氣量，排氣量 90 之平均差異大於其他排氣量。

在附錄表 A14 同質子表中，排氣量 49 單獨於一子集，而排氣量 90、排氣量 125 與排氣量 150 則被分類在同一子集中，表示此三者排氣量之二氧化碳濃度並無差異，因此可以歸納出一邏輯順序：排氣量 49 > 排氣量 150 (=排氣量 125 = 排氣量 90)。

3-1-2-4 碳氫化合物(HC)

與上述方法相同，四行程普通輕重型機車大致分為 49cc、90cc、125cc 及 150cc，由表 8 可知各排氣量的平均一氧化碳濃度有顯著差異(其 p 值=0.000<0.05)。

表 8 排氣量之碳氫化合物變異數分析

變異數分析

HC					
	平方和	df	平均值平方	F	顯著性
群組之間	164878677.5	3	54959559.17	101.292	.000
在群組內	2829592905	5215	542587.326		
總計	2994471582	5218			

接著進行同質性測試，由附錄表 A15 Levene 統計資料中可以發現，有明顯的顯著性(其 p 值=0.000<0.05)，表示各排氣量間為不同質，接著利用 Brown-Forsythe 及 Welch 統計量來檢定各組燃燒效率平均數是否相等，以顯著性判斷是否違反變異數同質性假設，由附錄表 A15 可得知 Brown-Forsythe 及 Welch 統計量之顯著性明顯(其 p 值=0.000<0.05)，因此符合變異數同質性假設。

由附錄表 A16 多重比較表中第一列可以發現，單一排氣量 49 對於排氣量 90、排氣量 125 及排氣量 150 具有顯著的顯著性(其 p 值=0.00<0.05)，表示排氣量 49 與排氣量 90、排氣量 125 及排氣量 150 有顯著差異，且排氣量 49 平均差異均高於其他排氣量，同樣地從多重比較表第二列亦可發現排氣量 90 對於排氣量 49 有顯著差異(其 p 值=0.000<0.05)，第三列排氣量 125 與排氣量 49 有顯著的顯著性，而在第四列排氣量 150 與排氣量 49。

在附錄表 A16 同質子集表中，排氣量 49 單獨存在於一子集中，而排氣量 90、排氣量 125 與排氣量 150 在第一欄，說明此三者平均碳氫化合物濃度並無差異，由同質子集表中可以得到一邏輯順序：排氣量 150(=排氣量 125=排氣量 90)>排氣量 49。

3-1-3 里程數變異數分析

里程數為機動車保養的重要參考依據，達到一定里程數需進行保養工作，例如：更換機油、齒輪油，本研究在參數設定上將里程數以 20000km 為單位，分成五組：里程數 20000(0 到 20000km)、里程數 40000(20001 到 40000km)、里程數 60000(40001 到 60000km)、里程數 80000(60001 到 80000km)、里程數 100000(80001 到 100000km)，並且針對各個測定參數對於各種里程數進行變異數分析。

3-1-3-1 燃燒效率

將里程數以 20000km 為單位，分成五組：里程數 20000(0 到 20000km)、里程數 40000(20001 到 40000km)、里程數 60000(40001 到 60000km)、里程數 80000(60001 到 80000km)、里程數 100000(80001 到 100000km)，由表 9 可知各種里程數的平均燃燒效率有明顯差異(其 p 值=0.001<0.05)。

表 9 里程數之燃燒效率變異數分析

變異數分析					
效率					
	平方和	df	平均值平方	F	顯著性
群組之間	.387	4	.097	4.428	.001
在群組內	113.890	5215	.022		
總計	114.277	5219			

接著進行同質性測試，由附錄表 A17Lenene 統計資料中可以發現，有明顯的顯著性(其 p 值=0.004<0.05)，表示各種里程數為不同質，接著利用 Brown-Forsythe 及 Welch 統計量來檢定各組燃燒效率平均數是否相等，以顯著性判斷是否違反變異數同質性假設，由附錄表 A17 可得知 Brown-Forsythe 及 Welch 統計量之顯著性(其 p 值=0.002 及 0.001<0.05)，其符合變異數同質性假設。

由附錄表 A18 多重比較表，可知里程數 20000 與里程數 40000 及里程數 60000 有明顯的顯著性(其 p 值分別為 0.040 及 0.002<0.05)，表示里程數 20000 與里程數 40000 及里程數 60000 有明顯的差異，而里程數 20000 的平均差異均小於其他里程數，里程數 40000 僅與里程數 20000 有明顯的顯著性，說明此兩個里程數有明顯差異，同樣的里程數 60000 也僅與里程數 20000 有明顯的顯著性的平均差異，說明此兩個里程數有明顯差異，在里程數 80000 及里程數 100000 則和其他里程數無明顯顯著性，表示無明顯差異存在。

在附錄表 A18 同質子集表中可發現里程數分成兩個子集，第一個子集包含：里程數 20000、里程數 40000、里程數 80000 及里程數 100000，而第二子集包含：里程數 40000、

里程數 60000、里程數 80000 及里程數 100000，從附錄表 A18 可以發現第二子集的平均燃燒效率參數略高於第一子集，在上述多重比較表中亦有相似結果，里程數 20000 與里程數 60000 有明顯差異，說明兩者的明顯差異。

3-1-3-2 一氧化碳(CO)

將里程數以 20000km 為單位，分成五組：里程數 20000(0 到 20000km)、里程數 40000(20001 到 40000km)、里程數 60000(40001 到 60000km)、里程數 80000(60001 到 80000km)、里程數 100000(80001 到 100000km)，由表 10 可知各種里程數的平均一氧化碳濃度有明顯差異(其 p 值=0.006<0.05)。

表 10 里程數之一氧化碳變異數分析

變異數分析					
CO					
	平方和	df	平均值平方	F	顯著性
群組之間	57.934	4	14.483	3.597	.006
在群組內	20997.944	5215	4.026		
總計	21055.878	5219			

接著進行同質性測試，由附錄表 A19 Lenene 統計資料中可以發現，有明顯的顯著性(其 p 值=0.004<0.05)，表示各種里程數為不同質，接著利用 Brown-Forsythe 及 Welch 統計量來檢定各組燃燒效率平均數是否相等，以顯著性判斷是否違反變異數同質性假設，由附錄表 A19 可得知 Brown-Forsythe 及 Welch 統計量之顯著性(其 p 值=0.010<0.05)，其符合變異數同質性假設。

由附錄表 A20 多重比較表中，可知里程數 20000 與里程數 40000 及里程數 60000 有顯著的顯著性(其 p 值分別為 0.048 及 0.011<0.05)，表示里程數 20000 與里程數 40000 及里程數 60000 有顯著的差異，而里程數 20000 的平均差異均小於里程數 100000，在里程數 40000 僅與里程數 20000 有顯著的顯著性，說明此兩個里程數有差異，同樣的里程數 60000 也僅與里程數 20000 有顯著的顯著性，說明此兩個里程數有差異，在里程數 80000 及里程數 100000 則和其他里程數無明顯顯著性，表示無顯著差異存在。

在附錄表 A20 同質子集表中可發現里程數分成兩個子集，第一個子集包含：里程數 20000、里程數 40000、里程數 60000 及里程數 80000，而第二子集包含：里程數 20000、里程數 40000、里程數 80000 及里程數 100000，里程數 20000、里程數 20000 及里程數 80000 同時存在於兩個子集中，因此從表中僅能說明，平均一氧化碳濃度：里程數 100000>里程數 60000。

3-1-3-3 二氧化碳(CO₂)

將里程數以 20000km 為單位，分成五組：里程數 20000(0 到 20000km)、里程數 40000(20001 到 40000km)、里程數 60000(40001 到 60000km)、里程數 80000(60001 到 80000km)、里程數 100000(80001 到 100000km)，由表 11 各種里程數對於平均二氧化碳變異數分析不顯著(其 p 值=0.126>0.05)，說明里程數對於二氧化碳濃度變化並無影響。

表 11 里程數之二氧化碳變異數分析

變異數分析					
CO2					
	平方和	df	平均值平方	F	顯著性
群組之間	40.284	4	10.071	1.800	.126
在群組內	29175.805	5215	5.595		
總計	29216.090	5219			

3-1-3-4 碳氫化合物(HC)

將里程數以 20000km 為單位，分成五組：里程數 20000(0 到 20000km)、里程數 40000(20001 到 40000km)、里程數 60000(40001 到 60000km)、里程數 80000(60001 到 80000km)、里程數 100000(80001 到 100000km)，由表 12 各里程數對於平均碳氫化合物變異數分析不顯著(其 p 值=0.396>0.05)，說明里程數對碳氫化合物濃度變化並無影響。

表 12 里程數之碳氫化合物變異數分析

變異數分析					
HC					
	平方和	df	平均值平方	F	顯著性
群組之間	2292019.517	4	573004.879	1.018	.396
在群組內	2934468125	5215	562697.627		
總計	2936760144	5219			

3-1-4 期程別變異數分析

機動車的排放標準自 1988 年 7 月 1 日起分為五期逐步實施，主要針對 CO 及 HC+NO_x 的排放標準逐步提高，同時也在第四期時將機車分為二行程與四行程，並且分別制定排放標準，以下針對各個期程別對各個測定參數進行變異數分析。

3-1-4-1 燃燒效率

自 1988 年起至 2021 年將機車分為七個期程別，主要針對 CO 及 HC+NO_x 的排放，逐步提高標準，由表 13 可知各期程別的平均燃燒效率有顯著差異(其 p 值 =0.000<0.05)。

表 13 期程別之燃燒效率變異數分析

變異數分析					
效率	平方和	df	平均值平方	F	顯著性
群組之間	3.170	4	.793	37.050	.000
在群組內	110.368	5159	.021		
總計	113.539	5163			

接著進行同質性測試，由附錄表 A21 Lenene 統計資料中可以發現，有明顯的顯著性(其 p 值=0.000<0.05)，表示各期程別間為不同質，接著利用 Brown-Forsythe 及 Welch 統計量來檢定各組燃燒效率平均數是否相等，以顯著性判斷是否違反變異數同質性假設，由附錄表 A21 可得知 Brown-Forsythe 及 Welch 統計量之顯著性顯著(其 p 值=0.000<0.05)，因此符合變異數同質性假設。

由附錄表 A22 多重比較表中，第一列中第一期與其他期程別並無顯著的顯著性，表示第一期與其他期程別無差異，另外可發現第一期平均差異均低於其他期程別，在第二列中第二期與第三期、第四期及第五期有顯著的顯著性，亦可從平均差異發現第二期平均差異明顯低於第三期、第四期及第五期，在第三列中第三期與第二期、第四期及第五期有顯著的顯著性，在第四列中第四期與第二期、第三期及第五期都具有顯著的顯著性，

其平均差異明顯地高於第一期、第二期及第三期，並且低於第五期，而在五列中第五期與第四期有相似的情況，第五期的與第二期、第三期及第四期都具有顯著的顯著性，除了透過顯著性判別是否顯著，也可以從平均差異統整出一邏輯順序。

從附錄表 A22 同質子集表可以發現，期程別分為四個子集，第一欄的子集為第一期及第二期，第二欄的子集為第二期及第三期，第三欄的子集為第三期及第四期，第四欄的子集為第四期及第五期，有部分期程別同時存在於兩個子集中，因此從同質子集表中僅能說明，平均燃燒效率：第五期>第三期，第四期>第二期，第三期>第一期。

3-1-4-2 一氧化碳(CO)

自 1988 年起至 2021 年將機車分為七個期程別，主要針對 CO 及 HC+NO_x 的排放，逐步提高標準，由表 14 可知各期程別的一氧化碳濃度有顯著差異(其 p 值 =0.000<0.05)。

表 14 期程別之一氧化碳變異數分析

變異數分析					
CO					
	平方和	df	平均值平方	F	顯著性
群組之間	468.361	4	117.090	29.648	.000
在群組內	20374.892	5159	3.949		
總計	20843.254	5163			

同質性測試，由附錄表 A23 Lenene 統計資料中可以發現，有明顯的顯著性(其 p 值 =0.000<0.05)，表示各期程別間為不同質，接著利用 Brown-Forsythe 及 Welch 統計量來檢定各組燃燒效率平均數是否相等，以顯著性判斷是否違反變異數同質性假設，由附錄表 A23 可得知 Brown-Forsythe 及 Welch 統計量之顯著性顯著(其 p 值=0.000<0.05)，因此符合變異數同質性假設。

由附錄表 A24 多重比較表中，第一列第一期與第二期、第三期、第四期及第五期均無顯著的顯著性，也可從平均差異中發現第一期的平均一氧化碳濃度差異均高於其他期程別，第二列第二期與第三期、第四期及第五期有顯著的顯著性，第二期的平均差異高於第三期、第四期及第五期，接著第三列第三期與第二期、第四期及第五期有

顯著的顯著性，並且平均差異低於第一期、第二期及第三期，高於第五期，同樣地在第四列第四期與第二期、第三期及第五期有顯著的顯著性，在第五列第五期與第二期、第三期及第四期有顯著的顯著性。

從附錄表 A24 同質子集表可以發現，期程別分為三個子集，第一欄的子集為第三期、第四期及第五期，第二欄的子集為第二期及第三期，第三欄的子集為第一期及第二期，部分期程別同時存在於兩個子集中，因此從同質子集表中僅能說明，平均一氧化碳濃度：第一期>第三期，第二期>第四期(=第五期)。

3-1-4-3 二氧化碳(CO₂)

自 1988 年起至 2021 年將機車分為七個期程別，主要針對 CO 及 HC+NO_x 的排放，逐步提高標準，由表 15 可知各期程別的二氧化碳濃度有顯著差異(其 p 值 =0.000<0.05)。

表 15 期程別之二氧化碳變異數分析

變異數分析					
CO ₂					
	平方和	df	平均值平方	F	顯著性
群組之間	802.665	4	200.666	36.655	.000
在群組內	28243.045	5159	5.475		
總計	29045.710	5163			

由附錄表 A25 Lenene 統計資料中可以發現，有明顯的顯著性(其 p 值=0.000<0.05)，表示各期程別間為不同質，接著利用 Brown-Forsythe 及 Welch 統計量來檢定各組燃燒效率平均數是否相等，以顯著性判斷是否違反變異數同質性假設，由附錄表 A25 可得知 Brown-Forsythe 及 Welch 統計量之顯著性顯著(其 p 值=0.000<0.05)，因此符合變異數同質性假設。

由附錄表 A26 多重比較表中，第一列第一期與第二期、第三期、第四期及第五期均無顯著的顯著性，也可從平均差異中發現第一期的平均一氧化碳濃度差異均低於其

他期程別，在第三列第三期僅與第五期有顯著的顯著性，而第五列第五期與第二期、第三期及第四期有顯著的顯著性，且第五期的平均差異均大於其他期程別。

另外從附錄表 A26 同質子集表可以發現，期程別分為三個子集，第一欄的子集為第一期及第二期，第二欄的子集為第二期、第三期及第四期，第三欄的子集則為第五期，其中第二期分別存在於兩個不同的子集中，從同質子集表中可以說明平均二氧化碳濃度：第五期>第二期(=第三期=第四期)，第三期(=第四期)>第一期。

3-1-4-4 碳氫化合物(HC)

自 1988 年起至 2021 年將機車分為七個期程別，主要針對 CO 及 HC+NO_x 的排放，並且逐步提高標準，由表 16 可知各期程別的碳氫化合物濃度有顯著差異(其 p 值=0.000<0.05)。

表 16 期程別之碳氫化合物變異數分析

變異數分析					
HC					
	平方和	df	平均值平方	F	顯著性
群組之間	55805233.09	4	13951308.27	24.581	.000
在群組內	2928099977	5159	567571.230		
總計	2983905210	5163			

同質性測試，由附錄表 A27 Lenene 統計資料中可以發現，有明顯的顯著性(其 p 值=0.000<0.05)，表示各期程別間為不同質，接著利用 Brown-Forsythe 及 Welch 統計量來檢定各組燃燒效率平均數是否相等，以顯著性判斷是否違反變異數同質性假設，由附錄表 A27 可得知 Brown-Forsythe 及 Welch 統計量之顯著性顯著(其 p 值=0.000<0.05)，因此符合變異數同質性假設。

由附錄表 A28 多重比較表，第一列第一期與第二期、第三期、第四期及第五期無顯著的顯著性(p 值均大於 0.05)，第二列第二期與第四期及第五期有顯著的顯著性，且第二期的平均差均大於第一期、第三期、第四期及第五期，第三列第三期和第二期有

類似情況，第二期與第四期及第五期有顯著的顯著性，第四列第四期是與第二期及第三期有顯著的顯著性，第四期的平均差異小於第一期、第二期及第三期，高於第五期，在第五行第五期則是與第二期及第三期有顯著的顯著性，第五期的平均差異小於其他期程別。

在附錄表 A28 同質子集表發現，期程別分為兩個子集，第一欄的子集為第三期、第四期及第五期，第二欄的子集為第一期、第二期及第三期，第一期及第三期存在於兩個不同的子集中，從同質子集表中說明平均碳氫化合物濃度：第二期>第五期(=第四期)。

3-2 迴歸分析

表 17 為本研究針對四行程機車所做的燃燒效率迴歸分析之模型摘要與變異數分析結果，由表 17 模型摘要的結果中， $R^2=0.954$ 值可知，燃燒效率參數變異的 95.4%可被一氧化碳(CO)、二氧化碳(CO₂)、碳氫化合物(HC)、廠牌、排氣量、里程數、期程別所解釋，表示各個變數對於燃燒效率參數的解釋能力非常好，另外由 R 值=0.977 可知，燃燒效率參數與各個變數之間呈現高度線性關係(唐麗英，2008)(林新沛，2005)。

由變異數分析中， $F=10825.200$ 與顯著性(p 值=0.000<0.05)可知，迴規模式的適配性很理想。

表 17 四行程模型摘要與變異數分析

模型摘要

模型	R	R 平方	調整後 R 平方	標準偏斜度錯誤
1	.977 ^a	.954	.954	.0318056799

a. 預測值：(常數)，第五期, 光陽, 里程數40000, HC(ppm), 排氣量90, 里程數100000, 里程數80000, CO2(%), CO(%), 里程數60000

變異數分析^a

模型		平方和	df	平均值平方	F	顯著性
1	迴歸	109.508	10	10.951	10825.200	.000 ^b
	殘差	5.291	5230	.001		
	總計	114.799	5240			

a. 應變數: 效率n(CO2/CO+CO2)

b. 預測值：(常數)，第五期, 光陽, 里程數40000, HC(ppm), 排氣量90, 里程數100000, 里程數80000, CO2(%), CO(%), 里程數60000

透過變異數分析說明了這些變數對於燃燒效率呈現一線性關係，因此利用 SPSS 軟體進行迴歸分析，由表 18 中，而其 VIF 值(均小於 10)也表示各個自變數間並不存在共線性。

表 18 四行程係數

係數^a

模型	非標準化係數		標準化係數	T	顯著性	共線性統計資料	
	B	標準錯誤	Beta			允差	VIF
1 (常數)	.838	.004		193.471	.000		
CO(%)	-.062	.000	-.844	-248.480	.000	.758	1.319
HC(ppm)	-9.019E-6	.000	-.046	-14.074	.000	.816	1.225
CO2(%)	.013	.000	.215	64.269	.000	.783	1.277
廠牌1	-.004	.002	-.013	-2.255	.024	.252	3.966
廠牌2	.003	.002	.009	1.586	.113	.262	3.818
廠牌3	.007	.002	.023	3.800	.000	.243	4.111
排氣量90	.004	.002	.011	2.002	.045	.272	3.679
排氣量125	-.001	.002	-.002	-.374	.708	.243	4.117
排氣量150	.002	.003	.003	.679	.497	.596	1.678
里程數20000	-.009	.003	-.029	-3.665	.000	.141	7.070
里程數40000	-.006	.002	-.019	-2.302	.021	.132	7.590
里程數60000	-.004	.003	-.012	-1.647	.100	.178	5.609
里程數80000	-.004	.003	-.007	-1.397	.162	.315	3.178
第一期	-.005	.008	-.002	-.677	.499	.981	1.019
第二期	-.002	.002	-.004	-1.269	.204	.768	1.302
第三期	.002	.001	.005	1.436	.151	.623	1.604
第四期	.003	.001	.009	2.345	.019	.623	1.605

a. 應變數: 效率 η (CO2/CO+CO2)

因此可得一以四行程機車各參數所組成的燃燒效率方程式:

$$\eta = 0.838 + (-0.062) \times CO + (-9.019 \times 10^{-6}) \times HC + 0.013 \times CO_2 + (-0.004) \times X_1 + 0.007 \times X_3 + 0.004 \times Y_2 + (-0.009) \times Z_1 + (-0.006) \times Z_2 + 0.002 \times R_4$$

其中 η =燃燒效率參數, X_1 =廠牌 1, X_3 =廠牌 3, Y_2 =排氣量 90, Z_1 =里程數 0~20000, Z_2 =里程數 20000~40000, R_4 =第四期。從各個自變數的係數可以得知 CO 及 HC 為負值, 表示 CO、HC 數值增加會使得燃燒效率參數降低, 另外廠牌類別為廠牌 3 的燃燒數率參數略高於其他廠牌, 而廠牌別為廠牌 1 時, 其燃燒效率將略低於其他廠牌, 期程別為第四期時, 會使燃燒效率參數略微提升。

四、結論

經由變異數分析以及迴歸分析能夠歸納出四行程機車之方程式，在變異數分析結果中可以發現並不是全部的變數都會對燃燒效率有顯著的影響，在廠牌的部分，會顯著影響燃燒效率的廠牌為廠牌 1 及廠牌 3，里程數在 0~20000km 及 20000~40000km 對燃燒效率有顯著影響，而在期程別方面，第四期對燃燒效率有明顯的貢獻。而透過變異數分析可利用同質子集表，以平均燃燒數率參數歸納出一邏輯順序，比較子集間對於各個測定參數影響程度。而在迴歸分析中，迴規模型中的 R^2 均高於 95%，表示燃燒效率參數變異的 95% 以上可被一氧化碳(CO)、二氧化碳(CO₂)、碳氫化合物(HC)、廠牌、排氣量、里程數、期程別所解釋，另外由 R 值均大於 0.97 可知，燃燒效率參數與各個變數之間呈現高度線性關係，利用 VIF 值可以判定各自變數之間是否存在共線性，以模型中各變異數之 VIF 值均小於 10，說明了各變異數之間並不存在共線性。

參考文獻

- 杜強，賈麗艷，2014，”SPSS 統計分析完全學習手冊第二版”
- 唐麗英，王春和，2008，”SPSS 統計分析 14.0 中文版”
- 呂金河，1997，”變異數分析”
- 經濟部能源局 104 年度我國燃料燃燒二氧化碳統計
- 林新沛，2005，”標準化迴歸系數的正確解釋”，中山管理評論，第十三卷，第二期，pp.533-548
- 陳維新，2009，”空氣污染與控制”
- 陳維新，2015，”能源概論”
- 環保署/國科會，2012，”空污防制科研合作計畫期末報告”
- 交通部，2016，”交通統計月報”
- 經濟部能源局，2016，”能源統計報

附錄 A

表 A1 廠牌之燃燒效率變異數同質性檢測及平均值等式穩健測試

變異數同質性測試

效率

Levene 統計 資料	df1	df2	顯著性
54.418	3	5237	.000

平均值等式穩健測試

效率

	統計資料 ^a	df1	df2	顯著性
Welch	79.639	3	1458.975	.000
Brown-Forsythe(B)	75.241	3	2310.906	.000

a. F 值已漸進發佈。

表 A2 廠牌之燃燒效率多重比較與同質子集表

多重比較

因變數: 效率

Games-Howell 檢定

(I) 廠牌	(J) 廠牌	平均差異 (I-J)	標準錯誤	顯著性	95% 信賴區間	
					下限	上限
1	2	-.0416529 [*]	.0055078	.000	-.055810	-.027495
	3	-.0745738 [*]	.0049341	.000	-.087257	-.061891
	4	-.0207906	.0092069	.109	-.044519	.002938
2	1	.0416529 [*]	.0055078	.000	.027495	.055810
	3	-.0329209 [*]	.0048393	.000	-.045361	-.020481
	4	.0208623	.0091564	.104	-.002738	.044462
3	1	.0745738 [*]	.0049341	.000	.061891	.087257
	2	.0329209 [*]	.0048393	.000	.020481	.045361
	4	.0537832 [*]	.0088232	.000	.031031	.076536
4	1	.0207906	.0092069	.109	-.002938	.044519
	2	-.0208623	.0091564	.104	-.044462	.002738
	3	-.0537832 [*]	.0088232	.000	-.076536	-.031031

*. 平均值差異在 0.05 層級顯著。

效率

Duncan^{a,b}

廠牌	N	alpha = 0.05 的子集			
		1	2	3	4
1	1675	.815138			
4	355		.835929		
2	1394			.856791	
3	1817				.889712
顯著性		1.000	1.000	1.000	1.000

會顯示同質子集中群組的平均值。

a. 使用調和平均值樣本大小 = 854.403。

b. 群組大小不相等。將使用群組大小的調和平均值。不保證類型 I 錯誤層級。

表 A3 廠牌之一氧化碳變異數同質性檢測及平均值等式穩健測試

變異數同質性測試

CO

Levene 統計 資料	df1	df2	顯著性
30.994	3	5237	.000

平均值等式穩健測試

CO

	統計資料 ^a	df1	df2	顯著性
Weich	64.814	3	1449.924	.000
Brown-Forsythe(B)	57.015	3	2109.490	.000

a. F 值已漸進發佈。

表 A4 廠牌之一氧化碳多重比較與同質子集表

多重比較

因變數: CO

Games-Howell 檢定

(I) 廠牌	(J) 廠牌	平均差異 (I-J)	標準錯誤	顯著性	95% 信賴區間	
					下限	上限
1	2	.4756*	.0747	.000	.284	.668
	3	.8887*	.0656	.000	.720	1.057
	4	.1414	.1297	.696	-.193	.476
2	1	-.4756*	.0747	.000	-.668	-.284
	3	.4131*	.0679	.000	.239	.588
	4	-.3342	.1309	.053	-.672	.003
3	1	-.8887*	.0656	.000	-1.057	-.720
	2	-.4131*	.0679	.000	-.588	-.239
	4	-.7473*	.1259	.000	-1.072	-.423
4	1	-.1414	.1297	.696	-.476	.193
	2	.3342	.1309	.053	-.003	.672
	3	.7473*	.1259	.000	.423	1.072

*. 平均值差異在 0.05 層級顯著。

CO

Duncan^{a,b}

廠牌	N	alpha = 0.05 的子集		
		1	2	3
3	1817	1.391		
2	1394		1.804	
4	355			2.138
1	1675			2.279
顯著性		1.000	1.000	.139

會顯示同質子集中群組的平均值。

a. 使用調和平均值樣本大小 = 854.403。

b. 群組大小不相等。將使用群組大小的調和平均值。不保證類型 I 錯誤層級。

表 A5 廠牌之二氧化碳變異數同質性檢測及平均值等式穩健測試

變異數同質性測試

CO2

Levene 統計 資料	df1	df2	顯著性
28.690	3	5237	.000

平均值等式穩健測試

CO2

	統計資料 ^a	df1	df2	顯著性
Welch	12.712	3	1466.454	.000
Brown-Forsythe(B)	12.405	3	2426.934	.000

a. F 值已漸進發佈。

表 A6 廠牌之二氧化碳多重比較與同質子集表

多重比較

因變數: CO2

Games-Howell 檢定

(I) 廠牌	(J) 廠牌	平均差異 (I-J)	標準錯誤	顯著性	95% 信賴區間	
					下限	上限
1	2	-.2195	.0896	.068	-.450	.011
	3	-.4677*	.0798	.000	-.673	-.263
	4	-.5033*	.1464	.004	-.881	-.126
2	1	.2195	.0896	.068	-.011	.450
	3	-.2482*	.0805	.011	-.455	-.041
	4	-.2838	.1467	.215	-.662	.094
3	1	.4677*	.0798	.000	.263	.673
	2	.2482*	.0805	.011	.041	.455
	4	-.0356	.1410	.994	-.399	.328
4	1	.5033*	.1464	.004	.126	.881
	2	.2838	.1467	.215	-.094	.662
	3	.0356	.1410	.994	-.328	.399

*. 平均值差異在 0.05 層級顯著。

CO2

Duncan^{a,b}

廠牌	N	alpha = 0.05 的子集	
		1	2
1	1675	9.876	
2	1394	10.095	
3	1817		10.343
4	355		10.379
顯著性		.055	.755

會顯示同質子集中群組的平均值。

a. 使用調和平均值樣本大小 = 854.403。

b. 群組大小不相等。將使用群組大小的調和平均值。不保證類型 I 錯誤層級。

表 A7 廠牌之碳氫化合物變異數同質性檢測及平均值等式穩健測試

變異數同質性測試

HC

Levene 統計 資料	df1	df2	顯著性
16.378	3	5237	.000

平均值等式穩健測試

HC

	統計資料 ^a	df1	df2	顯著性
Welch	11.407	3	1599.053	.000
Brown-Forsythe(B)	10.073	3	3828.884	.000

a. F 值已漸進發佈。

表 A8 廠牌之碳氫化合物多重比較與同質子集表

多重比較

因變數: HC

Games-Howell 檢定

(I) 廠牌	(J) 廠牌	平均差異 (I-J)	標準錯誤	顯著性	95% 信賴區間	
					下限	上限
1	2	49.930	32.702	.421	-34.14	134.00
	3	129.175*	22.820	.000	70.52	187.83
	4	96.960*	30.591	.009	18.22	175.70
2	1	-49.930	32.702	.421	-134.00	34.14
	3	79.245*	29.385	.036	3.69	154.80
	4	47.030	35.757	.553	-44.95	139.01
3	1	-129.175*	22.820	.000	-187.83	-70.52
	2	-79.245*	29.385	.036	-154.80	-3.69
	4	-32.214	27.017	.632	-101.83	37.40
4	1	-96.960*	30.591	.009	-175.70	-18.22
	2	-47.030	35.757	.553	-139.01	44.95
	3	32.214	27.017	.632	-37.40	101.83

*. 平均值差異在 0.05 層級顯著。

HC

Duncan^{a,b}

廠牌	N	alpha = 0.05 的子集		
		1	2	3
3	1817	387.18		
4	355	419.40	419.40	
2	1394		466.43	466.43
1	1675			516.36
顯著性		.378	.198	.171

會顯示同質子集中群組的平均值。

a. 使用調和平均值樣本大小 = 854.403。

b. 群組大小不相等。將使用群組大小的調和平均值。不保證類型 I 錯誤層級。

表 A9 排氣量之燃燒效率變異數同質性檢測及平均值等式穩健測試

變異數同質性測試

效率

Levene 統計資料	df1	df2	顯著性
27.765	2	4842	.000

平均值等式穩健測試

效率

	統計資料 ^a	df1	df2	顯著性
Weich	26.230	2	660.600	.000
Brown-Forsythe(B)	24.607	2	888.876	.000

a. F 值已漸進發佈。

表 A10 排氣量之燃燒效率多重比較與同質子集表

多重比較

因變數: 效率

Games-Howell 檢定

(I) 排氣量	(J) 排氣量	平均差異 (I-J)	標準錯誤	顯著性	95% 信賴區間	
					下限	上限
49	90	-.049082 [*]	.009239	.000	-.07290	-.02527
	125	-.017447	.009003	.214	-.04066	.00577
	150	-.032944	.012821	.051	-.06598	.00009
90	49	.049082 [*]	.009239	.000	.02527	.07290
	125	.031635 [*]	.004370	.000	.02040	.04287
	150	.016138	.010120	.383	-.01000	.04228
125	49	.017447	.009003	.214	-.00577	.04066
	90	-.031635 [*]	.004370	.000	-.04287	-.02040
	150	-.015497	.009905	.401	-.04109	.01010
150	49	.032944	.012821	.051	-.00009	.06598
	90	-.016138	.010120	.383	-.04228	.01000
	125	.015497	.009905	.401	-.01010	.04109

*. 平均值差異在 0.05 層級顯著。

效率

Duncan^{a,b}

排氣量	N	alpha = 0.05 的子集		
		1	2	3
49	374	.82747		
125	3084	.84492	.84492	
150	245		.86041	.86041
90	1516			.87655
顯著性		.057	.091	.078

會顯示同質子集中群組的平均值。

a. 使用調和平均值樣本大小 = 516.842。

b. 群組大小不相等。將使用群組大小的調和平均值。不保證類型 I 錯誤層級。

表 A11 排氣量之一氧化碳變異數同質性檢測及平均值等式穩健測試

變異數同質性測試

CO

Levene 統計資料	df1	df2	顯著性
14.134	3	5215	.000

平均值等式穩健測試

CO

	統計資料 ^a	df1	df2	顯著性
Welch	17.478	3	782.832	.000
Brown-Forsythe(B)	16.737	3	1352.451	.000

a. F 值已漸進發佈。

表 A12 排氣量之一氧化碳多重比較與同質子集表

多重比較

因變數: CO

Games-Howell 檢定

(I) 排氣量	(J) 排氣量	平均差異 (I-J)	標準錯誤	顯著性	95% 信賴區間	
					下限	上限
49	90	.4111 [*]	.1119	.001	.123	.700
	125	-.0144	.1081	.999	-.293	.264
	150	.2440	.1631	.441	-.176	.665
90	49	-.4111 [*]	.1119	.001	-.700	-.123
	125	-.4254 [*]	.0602	.000	-.580	-.271
	150	-.1670	.1362	.611	-.519	.185
125	49	.0144	.1081	.999	-.264	.293
	90	.4254 [*]	.0602	.000	.271	.580
	150	.2584	.1331	.213	-.086	.602
150	49	-.2440	.1631	.441	-.665	.176
	90	.1670	.1362	.611	-.185	.519
	125	-.2584	.1331	.213	-.602	.086

*. 平均值差異在 0.05 層級顯著。

CO

Duncan^{a,b}

排氣量	N	alpha = 0.05 的子集	
		1	2
90	1516	1.545	
150	245	1.712	
49	374		1.956
125	3084		1.970
顯著性		.179	.908

會顯示同質子集中群組的平均值。

a. 使用調和平均值樣本大小 = 516.842。

b. 群組大小不相等。將使用群組大小的調和平均值。不保證類型 I 錯誤層級。

表 A13 排氣量之二氧化碳變異數同質性檢測

變異數同質性測試

CO2

Levene 統計資料	df1	df2	顯著性
2.313	3	5215	.074

表 A14 排氣量之一氧化碳多重比較與同質子集表

多重比較

因變數: CO2

Scheffe 法

(I) 排氣量	(J) 排氣量	平均差異 (I-J)	標準錯誤	顯著性	95% 信賴區間	
					下限	上限
49	90	-1.092 [*]	.136	.000	-1.47	-.71
	125	-1.080 [*]	.129	.000	-1.44	-.72
	150	-.925 [*]	.193	.000	-1.47	-.38
90	49	1.092 [*]	.136	.000	.71	1.47
	125	.012	.074	.999	-.19	.22
	150	.167	.162	.786	-.29	.62
125	49	1.080 [*]	.129	.000	.72	1.44
	90	-.012	.074	.999	-.22	.19
	150	.155	.156	.805	-.28	.59
150	49	.925 [*]	.193	.000	.38	1.47
	90	-.167	.162	.786	-.62	.29
	125	-.155	.156	.805	-.59	.28

*. 平均值差異在 0.05 層級顯著。

CO2

Scheffe 法^{a,b}

排氣量	N	alpha = 0.05 的子集	
		1	2
49	374	9.13	
150	245		10.06
125	3084		10.21
90	1516		10.22
顯著性		1.000	.729

會顯示同質子集中群組的平均值。

a. 使用調和平均值樣本大小 = 516.842。

b. 群組大小不相等。將使用群組大小的調和平均值。不保證類型 I 錯誤層級。

表 A15 排氣量之碳氫化合物變異數同質性檢測

變異數同質性測試

HC

Levene 統計資料	df1	df2	顯著性
206.795	3	5215	.000

平均值等式穩健測試

HC

	統計資料 ^a	df1	df2	顯著性
Welch	17.219	3	781.258	.000
Brown-Forsythe(B)	42.252	3	501.764	.000

a. F 值已漸進發佈。

表 A16 排氣量之碳氫化合物多重比較與同質子集表

多重比較

因變數: HC

Games-Howell 檢定

(I) 排氣量	(J) 排氣量	平均差異 (I-J)	標準錯誤	顯著性	95% 信賴區間	
					下限	上限
49	90	666.965 [*]	99.804	.000	409.47	924.46
	125	695.639 [*]	98.745	.000	440.83	950.45
	150	705.813 [*]	101.080	.000	445.08	966.55
90	49	-666.965 [*]	99.804	.000	-924.46	-409.47
	125	28.674	19.333	.448	-21.03	78.38
	150	38.848	28.989	.538	-35.86	113.55
125	49	-695.639 [*]	98.745	.000	-950.45	-440.83
	90	-28.674	19.333	.448	-78.38	21.03
	150	10.175	25.102	.977	-54.65	75.00
150	49	-705.813 [*]	101.080	.000	-966.55	-445.08
	90	-38.848	28.989	.538	-113.55	35.86
	125	-10.175	25.102	.977	-75.00	54.65

*. 平均值差異在 0.05 層級顯著。

HC

Duncan^{a,b}

排氣量	N	alpha = 0.05 的子集	
		1	2
150	245	384.73	
125	3084	394.91	
90	1516	423.58	
49	374		1090.55
顯著性		.428	1.000

會顯示同質子集中群組的平均值。

a. 使用調和平均值樣本大小 = 516.842。

b. 群組大小不相等。將使用群組大小的調和平均值。不保證類型 I 錯誤層級。

表 A17 里程數之燃燒效率變異數同質性檢測及平均值等式穩健測試

變異數同質性測試

效率

Levene 統計資料	df1	df2	顯著性
7.197	4	5215	.000

平均值等式穩健測試

效率

	統計資料 ^a	df1	df2	顯著性
Weich	4.229	4	897.698	.002
Brown-Forsythe(B)	4.494	4	1690.977	.001

a. F 值已漸進發佈。

表 A18 里程數之燃燒效率多重比較與同質子集表

多重比較

因變數: 效率

Games-Howell 檢定

(I) 里程數	(J) 里程數	平均差異 (I-J)	標準錯誤	顯著性	95% 信賴區間	
					下限	上限
20000	40000	-.014387453*	.0051139615	.040	-.028344954	-.000429951
	60000	-.022160329*	.0058863051	.002	-.038228864	-.006091795
	80000	-.020466762	.0075796583	.055	-.041189731	.0002562063
	100000	-.007812428	.0127068471	.973	-.042803661	.0271788062
40000	20000	.014387453*	.0051139615	.040	.0004299507	.0283449545
	60000	-.007772877	.0054631741	.613	-.022687433	.0071416793
	80000	-.006079310	.0072559564	.919	-.025924741	.0137661217
	100000	.0065750250	.0125164550	.985	-.027912042	.0410620923
60000	20000	.022160329*	.0058863051	.002	.0060917948	.0382288642
	40000	.0077728769	.0054631741	.613	-.007141679	.0226874331
	80000	.0016935671	.0078195198	1.000	-.019681463	.0230685976
	100000	.0143479019	.0128513669	.798	-.021026916	.0497227196
80000	20000	.0204667623	.0075796583	.055	-.000256206	.0411897310
	40000	.0060793098	.0072559564	.919	-.013766122	.0259247413
	60000	-.001693567	.0078195198	1.000	-.023068598	.0196814633
	100000	.0126543348	.0137098601	.888	-.025012724	.0503213940
100000	20000	-.0078124276	.0127068471	.973	-.027178806	.0428036613
	40000	-.006575025	.0125164550	.985	-.041062092	.0279120424
	60000	-.014347902	.0128513669	.798	-.049722720	.0210269158
	80000	-.012654335	.0137098601	.888	-.050321394	.0250127245

*. 平均值差異在 0.05 層級顯著。

效率

Duncan^{a,b}

里程數	N	alpha = 0.05 的子集	
		1	2
20000	1599	.8416470602	
100000	159	.8494594877	.8494594877
40000	1944	.8560345127	.8560345127
80000	443	.8621138225	.8621138225
60000	1075		.8638073897
顯著性		.051	.178

會顯示同質子集中群組的平均值。

a. 使用調和平均值樣本大小 = 470.957。

b. 群組大小不相等。將使用群組大小的調和平均值。不保證類型 I 錯誤層級。

表 A19 里程數之一氧化碳變異數同質性檢測及平均值等式穩健測試

變異數同質性測試

CO

Levene 統計 資料	df1	df2	顯著性
4.659	4	5215	.001

平均值等式穩健測試

CO

	統計資料 ^a	df1	df2	顯著性
Welch	3.360	4	887.406	.010
Brown-Forsythe(B)	3.339	4	1263.517	.010

a. F 值已漸進發佈。

表 A20 里程數之燃燒效率多重比較與同質子集表

多重比較

因變數: CO

Games-Howell 檢定

(I) 里程數	(J) 里程數	平均差異 (I-J)	標準錯誤	顯著性	95% 信賴區間	
					下限	上限
20000	40000	.1882 [*]	.0687	.048	.001	.376
	60000	.2565 [*]	.0794	.011	.040	.473
	80000	.1872	.1049	.384	-.100	.474
	100000	-.0629	.1971	.998	-.606	.480
40000	20000	-.1882 [*]	.0687	.048	-.376	-.001
	60000	.0682	.0739	.888	-.133	.270
	80000	-.0010	.1008	1.000	-.277	.275
	100000	-.2512	.1950	.699	-.789	.286
60000	20000	-.2565 [*]	.0794	.011	-.473	-.040
	40000	-.0682	.0739	.888	-.270	.133
	80000	-.0693	.1084	.969	-.366	.227
	100000	-.3194	.1990	.496	-.867	.229
80000	20000	-.1872	.1049	.384	-.474	.100
	40000	.0010	.1008	1.000	-.275	.277
	60000	.0693	.1084	.969	-.227	.366
	100000	-.2501	.2105	.758	-.829	.329
100000	20000	.0629	.1971	.998	-.480	.606
	40000	.2512	.1950	.699	-.286	.789
	60000	.3194	.1990	.496	-.229	.867
	80000	.2501	.2105	.758	-.329	.829

*. 平均值差異在 0.05 層級顯著。

CO

Duncan^{a,b}

里程數	N	alpha = 0.05 的子集	
		1	2
60000	1075	1.716	
40000	1944	1.784	1.784
80000	443	1.785	1.785
20000	1599	1.972	1.972
100000	159		2.035
顯著性		.073	.079

會顯示同質子集中群組的平均值。

- a. 使用調和平均值樣本大小 = 470.957。
 b. 群組大小不相等。將使用群組大小的調和平均值。不保證類型 I 錯誤層級。

表 A21 期程別之燃燒效率變異數同質性檢測及平均值等式穩健測試

變異數同質性測試

效率

Levene 統計資料	df1	df2	顯著性
32.770	4	5159	.000

平均值等式穩健測試

效率

	統計資料 ^a	df1	df2	顯著性
Weich	33.025	4	129.133	.000
Brown-Forsythe(B)	28.738	4	135.044	.000

a. F 值已漸進發佈。

表 A22 期程別之燃燒效率多重比較與同質子集表

多重比較

因變數: 效率

Games-Howell 檢定

(I) 期程	(J) 期程	平均差異 (I-J)	標準錯誤	顯著性	95% 信賴區間	
					下限	上限
1	2	-.039030992	.0472485855	.919	-.181632009	.1035700251
	3	-.080549479	.0465515602	.442	-.221932962	.0608340034
	4	-.100342291	.0464686703	.241	-.241584282	.0408997010
	5	-.129181887	.0465120837	.082	-.270497898	.0121341233
2	1	.0390309920	.0472485855	.919	-.103570025	.1816320091
	3	-.041518487*	.0099918446	.000	-.068864868	-.014172106
	4	-.061311299*	.0095982560	.000	-.087594824	-.035027773
	5	-.090150895*	.0098062798	.000	-.116996049	-.063305741
3	1	.0805494791	.0465515602	.442	-.060834003	.2219329616
	2	.041518487*	.0099918446	.000	.0141721062	.0688648681
	4	-.019792811*	.0051716001	.001	-.033908782	-.005676841
	5	-.048632408*	.0055481575	.000	-.063776794	-.033488022
4	1	.1003422906	.0464686703	.241	-.040899701	.2415842822
	2	.061311299*	.0095982560	.000	.0350277730	.0875948242
	3	.019792811*	.0051716001	.001	.0056768407	.0339087823
	5	-.028839597*	.0048032918	.000	-.041950414	-.015728780
5	1	.1291818872	.0465120837	.082	-.012134123	.2704978977
	2	.090150895*	.0098062798	.000	.0633057412	.1169960492
	3	.048632408*	.0055481575	.000	.0334880222	.0637767940
	4	.028839597*	.0048032918	.000	.0157287796	.0419504136

*. 平均值差異在 0.05 層級顯著。

效率

Duncan^{a,b}

期程	N	alpha = 0.05 的子集			
		1	2	3	4
1	18	.7560400481			
2	381	.7950710401	.7950710401		
3	1440		.8365895272	.8365895272	
4	2062			.8563823387	.8563823387
5	1263				.8852219353
顯著性		.085	.067	.383	.204

會顯示同質子集中群組的平均值。

a. 使用調和平均值樣本大小 = 83.124。

b. 群組大小不相等。將使用群組大小的調和平均值。不保證類型 I 錯誤層級。

表 A23 期程別之一氧化碳變異數同質性檢測及平均值等式穩健測試

變異數同質性測試

CO

Levene 統計資料	df1	df2	顯著性
23.860	4	5159	.000

平均值等式穩健測試

CO

	統計資料 ^a	df1	df2	顯著性
Welch	26.995	4	129.104	.000
Brown-Forsythe(B)	21.863	4	104.705	.000

a. F 值已漸進發佈。

表 A24 期程別之一氧化碳多重比較與同質子集表

多重比較

因變數: CO

Games-Howell 檢定

(I) 期程	(J) 期程	平均差異 (I-J)	標準錯誤	顯著性	95% 信賴區間	
					下限	上限
1	2	.5042	.7007	.949	-1.614	2.623
	3	.9921	.6928	.617	-1.113	3.097
	4	1.2415	.6919	.408	-.862	3.345
	5	1.5901	.6924	.193	-.514	3.694
2	1	-.5042	.7007	.949	-2.623	1.614
	3	.4878*	.1311	.002	.129	.847
	4	.7373*	.1260	.000	.392	1.082
	5	1.0859*	.1288	.000	.733	1.439
3	1	-.9921	.6928	.617	-3.097	1.113
	2	-.4878*	.1311	.002	-.847	-.129
	4	.2494*	.0703	.004	.058	.441
	5	.5980*	.0753	.000	.392	.804
4	1	-1.2415	.6919	.408	-3.345	.862
	2	-.7373*	.1260	.000	-1.082	-.392
	3	-.2494*	.0703	.004	-.441	-.058
	5	.3486*	.0659	.000	.169	.528
5	1	-1.5901	.6924	.193	-3.694	.514
	2	-1.0859*	.1288	.000	-1.439	-.733
	3	-.5980*	.0753	.000	-.804	-.392
	4	-.3486*	.0659	.000	-.528	-.169

*. 平均值差異在 0.05 層級顯著。

CO

Duncan^{a,b}

期程	N	alpha = 0.05 的子集		
		1	2	3
5	1263	1.449		
4	2062	1.797		
3	1440	2.047	2.047	
2	381		2.535	2.535
1	18			3.039
顯著性		.066	.114	.102

會顯示同質子集中群組的平均值。

a. 使用調和平均值樣本大小 = 83.124。

b. 群組大小不相等。將使用群組大小的調和平均值。不保證類型 I 錯誤層級。

表 A25 期程別之二氧化碳變異數同質性檢測及平均值等式穩健測試

變異數同質性測試

CO2

Levene 統計 資料	df1	df2	顯著性
17.622	4	5159	.000

平均值等式穩健測試

CO2

	統計資料 ^a	df1	df2	顯著性
Weich	31.273	4	129.160	.000
Brown-Forsythe(B)	29.456	4	149.930	.000

a. F 值已漸進發佈。

表 A26 期程別之二氧化碳多重比較與同質子集表

多重比較

因變數: CO2

Games-Howell 檢定

(I) 期程	(J) 期程	平均差異 (I-J)	標準錯誤	顯著性	95% 信賴區間	
					下限	上限
1	2	-.5718	.7230	.930	-2.754	1.610
	3	-.8692	.7123	.740	-3.033	1.294
	4	-1.0021	.7112	.630	-3.164	1.160
	5	-1.7777	.7132	.138	-3.943	.387
2	1	.5718	.7230	.930	-1.610	2.754
	3	-.2974	.1513	.284	-.712	.117
	4	-.4303*	.1464	.028	-.831	-.029
	5	-1.2059*	.1555	.000	-1.631	-.780
3	1	.8692	.7123	.740	-1.294	3.033
	2	.2974	.1513	.284	-.117	.712
	4	-.1328	.0773	.423	-.344	.078
	5	-.9085*	.0935	.000	-1.164	-.653
4	1	1.0021	.7112	.630	-1.160	3.164
	2	.4303*	.1464	.028	.029	.831
	3	.1328	.0773	.423	-.078	.344
	5	-.7756*	.0853	.000	-1.009	-.543
5	1	1.7777	.7132	.138	-.387	3.943
	2	1.2059*	.1555	.000	.780	1.631
	3	.9085*	.0935	.000	.653	1.164
	4	.7756*	.0853	.000	.543	1.009

*. 平均值差異在 0.05 層級顯著。

CO2

Duncan^{a,b}

期程	N	alpha = 0.05 的子集		
		1	2	3
1	18	9.011		
2	381	9.583	9.583	
3	1440		9.880	
4	2062		10.013	
5	1263			10.789
顯著性		.115	.266	1.000

會顯示同質子集中群組的平均值。

a. 使用調和平均值樣本大小 = 83.124。

b. 群組大小不相等。將使用群組大小的調和平均值。不保證類型 I 錯誤層級。

表 A27 期程別之碳氫化合物變異數同質性檢測及平均值等式穩健測試

變異數同質性測試

HC

Levene 統計資料	df1	df2	顯著性
62.116	4	5159	.000

平均值等式穩健測試

HC

	統計資料 ^a	df1	df2	顯著性
Welch	13.374	4	129.298	.000
Brown-Forsythe(B)	16.448	4	691.823	.000

a. F 值已漸進發佈。

表 A28 期程別之碳氫化合物多重比較與同質子集表

多重比較

因變數: HC

Games-Howell 檢定

(I) 期程	(J) 期程	平均差異 (I-J)	標準錯誤	顯著性	95% 信賴區間	
					下限	上限
1	2	-202.731	138.047	.589	-598.02	192.56
	3	18.807	115.412	1.000	-328.77	366.39
	4	143.972	113.180	.711	-199.68	487.63
	5	177.698	113.232	.535	-166.04	521.44
2	1	202.731	138.047	.589	-192.56	598.02
	3	221.538	83.616	.063	-7.46	450.54
	4	346.704*	80.507	.000	126.08	567.33
	5	380.429*	80.580	.000	159.61	601.25
3	1	-18.807	115.412	1.000	-366.39	328.77
	2	-221.538	83.616	.063	-450.54	7.46
	4	125.165*	27.283	.000	50.67	199.66
	5	158.891*	27.498	.000	83.82	233.97
4	1	-143.972	113.180	.711	-487.63	199.68
	2	-346.704*	80.507	.000	-567.33	-126.08
	3	-125.165*	27.283	.000	-199.66	-50.67
	5	33.726	15.682	.199	-9.08	76.53
5	1	-177.698	113.232	.535	-521.44	166.04
	2	-380.429*	80.580	.000	-601.25	-159.61
	3	-158.891*	27.498	.000	-233.97	-83.82
	4	-33.726	15.682	.199	-76.53	9.08

*. 平均值差異在 0.05 層級顯著。

HC

Duncan^{a,b}

期程	N	alpha = 0.05 的子集	
		1	2
5	1263	367.08	
4	2062	400.81	
3	1440	525.97	525.97
1	18	544.78	544.78
2	381		747.51
顯著性		.169	.073

會顯示同質子集中群組的平均值。

- a. 使用調和平均值樣本大小 = 83.124。
- b. 群組大小不相等。將使用群組大小的調和平均值。不保證類型 I 錯誤層級。