

燃氣消耗量試驗準確性及誤差研究

姜進榮／標準檢驗局臺南分局秘書
邱英豪／標準檢驗局臺南分局技士

一、研究緣起

攜帶式卡式爐檢驗方式為型式認可逐批檢驗或驗證登錄，檢驗標準為CNS 14529 攜帶式卡式爐（90年3月6日版），為經濟部標準檢驗局（下稱本局）公告列檢應施檢驗商品。依型式試驗的經驗，測試人員通常先對送驗樣品執行該標準第5.6節「燃氣消耗量」試驗，所測結果做為器具燃氣消耗量標示值，及後續其他之型式試驗項目檢測（燃燒狀態、溫升、熱效率）時，試驗鍋具大小選擇的依據。

檢驗標準在「燃氣消耗量」試驗方法中規定，測試人員需使用3瓶符合CNS 14530規定之容器，及容器必須放置於20~25 °C之空氣中兩小時以上才使用的條件，因沒有明確規定3瓶容器之態樣，所以測試人員在3瓶容器的組合方式有不一致現象。其次，標準規定「燃氣消耗量」試驗時器具上方須放置試驗用鍋，但有時人員在試驗時，器具上方並未放

置鍋具。以上不確定之試驗因素，使得每次「燃氣消耗量」試驗數據不盡相同。

攜帶式卡式爐「燃氣消耗量」試驗項目合格的判定標準，為實測消耗量對標示消耗量之誤差在±10%，為提升「燃氣消耗量」試驗準確性及標示的正確性，訂定此研究題目，期能找出明確的試驗條件讓檢驗人員共同遵守，使大家的測試結果趨於一致。

二、燃氣消耗量試驗現況分析

（一）試驗條件

1. 試驗容器：依CNS 14530所規定之容器，須放置於20~25 °C之空氣中2小時以上才使用。
2. 試驗中之試驗室溫度：應在20~25 °C。
3. 器具狀態
 - （1）器具狀態是以器具使用燃氣量最多時之使用狀態為器具之通常使

用狀態。

- (2) 以檢驗標準表3中所示大小之試驗用鍋具注入鍋深1/3水，放在器具上方點火使用，且應將空氣調節至最良好之狀態。

(二) 測定方法

點火後，燃燒30分鐘，並以3瓶容器試驗之，而燃氣消耗量 W (g/h) 依下列公式計算： $W = \frac{2}{3} \sum_{n=1}^3 (W_A - W_B)$ ；式中 W_A ：試驗前容器之重量 (g)、 W_B ：試驗後容器之重量 (g)。

(三) 試驗現況

1. 卡式瓦斯罐

依CNS 14530第5.1節規定，為充填95 %以上的丁烷 (C_4H_{10})，一般便利商店或五金賣場都可購得。市場上此種瓦

斯罐以3入/組的包裝銷售最常見，市場售價每組70~120元，各廠牌新瓶總重量約315~348 g，常溫下瓶內之蒸氣壓約在 $1.6 \sim 2.7 \text{ kgf/cm}^2$ 。

2. 器具設置狀態

攜帶式卡式爐「燃氣消耗量」測試過程中要保持試驗鍋具鍋內1/3深水，甚為費事，因而有時測試人員在做「燃氣消耗量」試驗時，器具上方並未放置試驗用鍋具。

3. 人員因素

基本上測試人員會使用1組3瓶新瓶 (同廠牌、型號) 之卡式瓦斯罐進行「燃氣消耗量」試驗，但有時同廠牌、型號的卡式瓦斯罐不足3瓶，測試人員就會混著有使用過或其他廠牌、型號之瓦斯罐來測試。

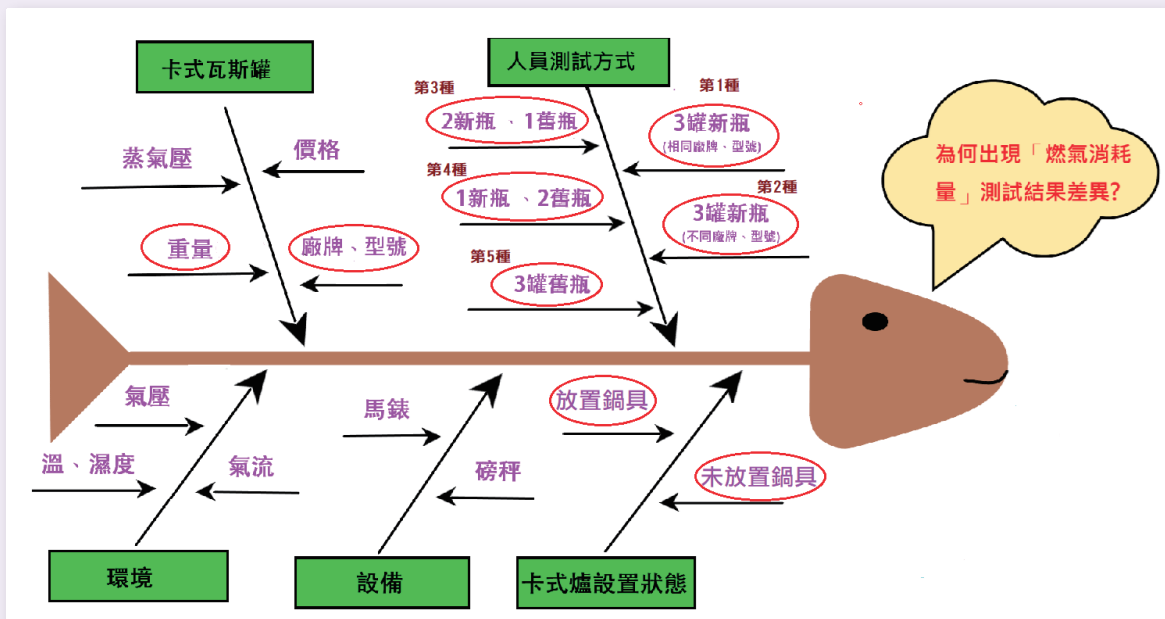


圖1 「燃氣消耗量」測試結果差異特性要因

三、研究方法

(一) 特性要因圖 (Cause and Effect Diagram) 及要因選擇

綜合以上目前在測定攜帶式卡式爐「燃氣消耗量」之現況所造成之測試結果差異，除環境及設備影響因素我們認為是不變動的以外，因試驗室溫度控制在20~25 °C，亦可視瓦斯罐內蒸氣壓為定值；以及瓦斯罐內主要成分為丁烷，價格的波動，我們認為不會影響燃氣的化學特性，而其他因素會是在一定範圍內隨機變化，使得每次測試所得數據產生離散性，所以要解決及改進之要因選擇，如圖1。

(二) 試驗器具之選用

攜帶式卡式爐之檢驗標準 CNS 14529係參考日本JIS 2147標準之內容制定，所以「燃氣消耗量」測試的條件及方法與日本是相同的。日本岩谷 (Iwatani) 產業株式會社是卡式爐製造大廠，一直以來在日本是家喻戶曉的大品牌，產品品質也受到各界肯定，因此本研究專題選用該公司產製之商品測試，並以其本體標示之燃氣消耗量數值 (155 g/h) 為母體參數，藉由統計分析找出最符合CNS 14529第5.6節「燃氣消耗量」試驗之測試條件。

(三) 試驗用燃料容器

至各大五金賣場、超市、量販店等，隨機選購22款 (每款2組、3入/組) 不同廠牌、型號、價格，符合檢驗規定之卡式瓦斯罐44組。

(四) 試驗過程說明

1. 不同廠牌、型號樣本燃氣消耗量試驗

- (1) 每次試驗前先記錄環境溫度，每款型式瓦斯罐使用4瓶新瓶測定及記錄試驗前之重量 (W_A)。
- (2) 器具設置完成後，依檢驗標準第5.6節規定方法進行「燃氣消耗量」試驗，並記錄4瓶瓦斯罐試驗後之重量 (W_B)。
- (3) 取得4瓶瓦斯罐試驗前後之重量差 ($W_A - W_B$)。
- (4) 依序完成22種款式瓦斯罐之「燃氣消耗量」試驗。
- (5) 以此試驗後瓦斯罐，同以上方法測試，記錄22款容器試驗前後之重量差值。

2. 成對樣本燃氣消耗量試驗

- (1) 每款型式瓦斯罐使用2瓶新瓶測定及記錄試驗前之重量 (W_A)。
- (2) 1瓶以器具上方放置鍋具，另1瓶未放置鍋具方式，依檢驗標準第5.6節進行「燃氣消耗量」試驗，並記錄2瓶瓦斯罐試驗後之重量 (W_B)。

(3) 取得2瓶瓦斯罐試驗前後之重量差
($W_A - W_B$)。

(4) 依序完成其餘款式瓦斯罐成對樣
本之「燃氣消耗量」試驗。

四、測試結果與數據分析

(一) 燃氣消耗量測試結果

表1 新瓶4瓶測試之「燃氣消耗量數據表」

NO.	廠牌	型號	新瓶測試之每瓶燃氣消耗量(g)				燃氣消耗量計算值(g/h)		
1	勁旺	JUS400	78.5	77.3	77.9	78.2	155.80	155.60	156.40
2	卡旺	K1-F02	78.4	77.5	77.6	78.3	155.67	155.60	156.20
3	妙管家	MCRV-001	80.4	81.3	80.5	80.8	161.47	161.73	161.13
4	火至尊	S1-G01	85.1	85.5	84.6	84.6	170.13	169.80	169.53
5	御膳坊	018S02001	77.9	78.4	77.8	78.6	156.07	156.53	156.20
6	妙管家	HKG-006	76.5	75.8	75.6	75.9	151.93	151.53	152.00
7	達雅	HKG-005	73.1	72.7	72.9	72.8	145.80	145.60	145.87
8	K-ONE	RK1-250	83.5	84.5	84.1	83.8	168.07	168.27	167.60
9	火鳥	FBK-220	74.8	75.8	74.9	75.4	150.33	150.73	150.07
10	祝興旺	SW-888	77.8	79.8	79.5	78.4	158.07	158.47	157.13
11	運動家	HKG-004	80.3	77.5	79.2	79.4	158.00	157.40	159.27
12	火霹靂	HPL-220	82.1	78.1	81.2	81.1	160.93	160.27	162.93
13	灰熊	GL-001	71.2	66.9	70.8	70.1	139.27	138.53	141.40
14	火速	HKG-009	71.9	76.5	75.6	72.2	149.33	149.53	146.47
15	銀卡旺	SK1-250	74.8	70.3	73.8	72.8	145.93	144.60	147.60
16	凍卡久	HKG-025	75.0	72.5	74.2	74.1	147.80	147.20	148.87
17	通用	EJ-898	73.5	76.0	75.2	75.1	149.80	150.87	149.20
18	火源	HKG-002	85.3	79.1	82.3	83.5	164.47	163.27	167.40
19	總舖師	GPS-220	79.3	78.0	78.6	78.9	157.27	157.00	157.87
20	火忍者	S1-F002	82.3	81.3	81.6	81.9	163.47	163.20	163.87
21	怡家寶	KP-889	80.9	79.0	80.2	79.6	160.07	159.20	160.47
22	萬家香	BE-0086	78.8	75.5	77.2	76.9	154.33	153.07	155.27
備註	卡式爐燃氣消耗量計算值(g/h)為每款4瓶測試結果，隨機選擇3瓶帶入公式計算所得。								

表2 舊瓶4瓶測試之「燃氣消耗量數據表」

NO.	廠牌	型號	舊瓶測試之每瓶燃氣消耗量(g)				燃氣消耗量計算值(g/h)		
1	勁旺	JUS400	62.5	62.8	61.7	62.1	124.67	124.40	124.20
2	卡旺	K1-F02	63.7	63.4	62.9	62.5	126.67	125.87	126.07
3	妙管家	MCRV-001	62.6	62.4	62.1	62.6	124.73	124.73	124.87
4	火至尊	S1-G01	66.4	66.1	65.9	66.2	132.27	132.13	132.33
5	御膳坊	018s02001	65.2	65.5	65.1	65.1	130.53	130.47	130.27
6	妙管家	HKG-006	65.4	65.2	65.1	64.9	130.47	130.13	130.27
7	達雅	HKG-005	65.3	65.1	64.8	65.3	130.13	130.13	130.27
8	K-ONE	RK1-250	67.7	67.5	67.4	67.2	135.07	134.73	134.87
9	火鳥	FBK-220	61.7	62.1	61.7	61.9	123.67	123.80	123.53
10	祝興旺	SW-888	62.7	62.7	62.4	62.8	125.20	125.27	125.27
11	運動家	HKG-004	62.7	62.4	61.8	62.1	124.60	124.20	124.40
12	火霹靂	HPL-220	63.5	62.8	63.1	62.9	126.27	125.87	126.33
13	灰熊	GL-001	64.9	64.2	64.4	64.4	129.00	128.67	129.13
14	火速	HKG-009	65.2	65.1	64.8	64.7	130.07	129.73	129.80
15	銀卡旺	SK1-250	65.0	64.8	64.5	64.9	129.53	129.47	129.60
16	凍卡久	HKG-025	70.9	68.5	68.2	69.2	138.40	137.27	138.87
17	通用	EJ-898	64.1	63.9	63.8	63.4	127.87	127.40	127.53
18	火源	HKG-002	69.9	68.2	68.1	67.5	137.47	135.87	137.00
19	總舖師	GPS-220	68.3	68.2	68.2	67.9	136.47	136.20	136.27
20	火忍者	S1-F002	70.4	70.1	69.8	69.1	140.20	139.33	139.53
21	怡家寶	KP-889	68.0	67.5	67.6	67.5	135.40	135.07	135.40
22	萬家香	BE-0086	68.5	67.5	67.9	67.9	135.93	135.53	136.20
備註	卡式爐燃氣消耗量計算值(g/h)為每款4瓶測試結果，隨機選擇3瓶帶入公式計算所得。								

表3 放置鍋具與未放置鍋具成對樣本測試數據

NO.	廠牌	型號	新瓶測試之每瓶燃氣消耗量(g)	
			放置鍋具	未放置鍋具
1	勁旺	JUS400	78.2	74.7
2	卡旺	K1-F02	78.5	75.8
3	妙管家	MCRV-001	78.0	76.5
4	火至尊	S1-G01	84.9	82.1
5	御膳坊	018s02001	77.7	73.2
6	妙管家	HKG-006	76.4	74.6
7	達雅	HKG-005	73.3	70.1
8	K-ONE	RK1-250	84.1	81.5
9	火鳥	FBK-220	74.4	70.8
10	祝興旺	SW-888	77.7	74.2
11	運動家	HKG-004	80.1	77.5
12	火霹靂	HPL-220	78.8	76.2
13	灰熊	GL-001	71.1	66.1
14	火速	HKG-009	71.8	68.9
15	銀卡旺	SK1-250	73.5	70.9
16	凍卡久	HKG-025	74.6	71.1
17	通用	EJ-898	73.2	69.2
18	火源	HKG-002	85.0	83.2
19	總舖師	GPS-220	78.6	75.1
20	火忍者	S1-F002	82.1	80.4
21	怡家寶	KP-889	81.5	80.1
22	萬家香	BE-0086	78.6	76.2

(二) 數據分析

1. 燃氣消耗量實測值與母體平均數 (155 g/h) 誤差分析

(1) 分析說明

試驗人員在測試「燃氣消耗量」之5種可能瓦斯罐選用方式(如圖1中人員測試方式要因項目之分類)，利用表1及表2「每瓶燃氣消耗量」測試數據以拔靴法(Bootstrap Method)來估計母數；即依每種情形，每次重複抽

取樣本22筆來計算統計量(平均數)，執行10次，得出10筆新的平均數和標準差，以更窄的區間來估計母數。

(2) 分析目的

找出試驗容器5種可能組合之方式中，何種情況的測試結果最為精確，以及知道5種情況之抽樣分配，在95%的信心水準下所構成的區間範圍。

(3) 數據分析

表4 燃氣消耗量抽樣分配信賴區間

次數	第1種	第2種	第3種	第4種	第5種
1	155.64	155.77	146.78	139.48	130.67
2	155.36	156.71	147.38	139.93	130.29
3	156.03	155.47	148.13	138.95	130.55
4	154.23	157.09	146.62	137.66	129.60
5	154.48	157.49	146.19	138.38	130.57
6	154.16	156.97	146.53	138.82	129.66
7	152.39	156.75	146.15	138.73	130.96
8	156.97	156.44	147.64	139.94	129.46
9	155.15	156.14	145.97	138.81	129.55
10	151.90	156.03	149.12	139.41	129.99
μ_x	154.63	156.49	147.05	139.01	130.13
s_x	1.57	0.63	1.01	0.71	0.54
α	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
$t_{0.05,9}$	2.26	2.26	2.26	2.26	2.26
信賴區間上限	153.51	156.03	146.33	138.51	129.74
信賴區間下限	155.75	156.94	147.77	139.51	130.52

(4) 結果說明

表4為根據t分佈的母體平均數在95 %的信賴水準下，依區間估計公式計算所得之結果，而其計算式為 $\mu_{\bar{x}} - t(0.05) \times \frac{S_x}{\sqrt{n}} \leq \mu \leq \mu_{\bar{x}} + t(0.05) \times \frac{S_x}{\sqrt{n}}$ 。由表4中看出第1種情況利用3瓶新瓶（同廠牌、型號）所測試的結果，其信賴區間範圍有包含到母體平均數 μ （155 g/h），為最可靠，準確性最佳的容器選用測試方式。

2. 測試數據分布型態的假設檢定分析

(1) 分析說明

檢視試驗人員在測試「燃氣

消耗量」之第1種瓦斯罐選用方式，利用表1「燃氣消耗量計算值」之66筆數據，將數據分成7個區間組數，並做出「相對次數密度」直方圖，標準化資料後計算出每一個區間的機率值，以卡方檢定，計算出觀察之 χ^2 統計量。

(2) 分析目的

利用22款瓦斯罐以第1種試驗容器選用情形之「燃氣消耗量」測試結果，分析其數據呈現何種分布型態。

(3) 數據分析：如表5、表6。

表5 相同廠牌、型號新瓶3瓶燃氣消耗量數據表

1	155.80	155.60	156.40	12	160.93	160.27	162.93
2	155.67	155.60	156.20	13	139.27	138.53	141.40
3	161.47	161.73	161.13	14	149.33	149.53	146.47
4	170.13	169.80	169.53	15	145.93	144.60	147.60
5	156.07	156.53	156.20	16	147.80	147.20	148.87
6	151.93	151.53	152.00	17	149.80	150.87	149.20
7	145.80	145.60	145.87	18	164.47	163.27	167.40
8	168.07	168.27	167.60	19	157.27	157.00	157.87
9	150.33	150.73	150.07	20	163.47	163.20	163.87
10	158.07	158.47	157.13	21	160.07	159.20	160.47
11	158.00	157.40	159.27	22	154.33	153.07	155.27

表6 數據分析

平均值	155.68	K(區間組數)	7
變異數	57.55	S(參數個數)	2
標準差	7.58	自由度(K-S-1)	4
n(觀察個數)	66	ΔX (區間寬度)	4.51
區間	O _i (次數)	f(相對次數)	f/ ΔX (相對次數密度)
P1	3	0.045	0.010
P2	7	0.106	0.023
P3	14	0.212	0.047
P4	12	0.182	0.040
P5	14	0.212	0.047
P6	9	0.136	0.030
P7	7	0.106	0.023

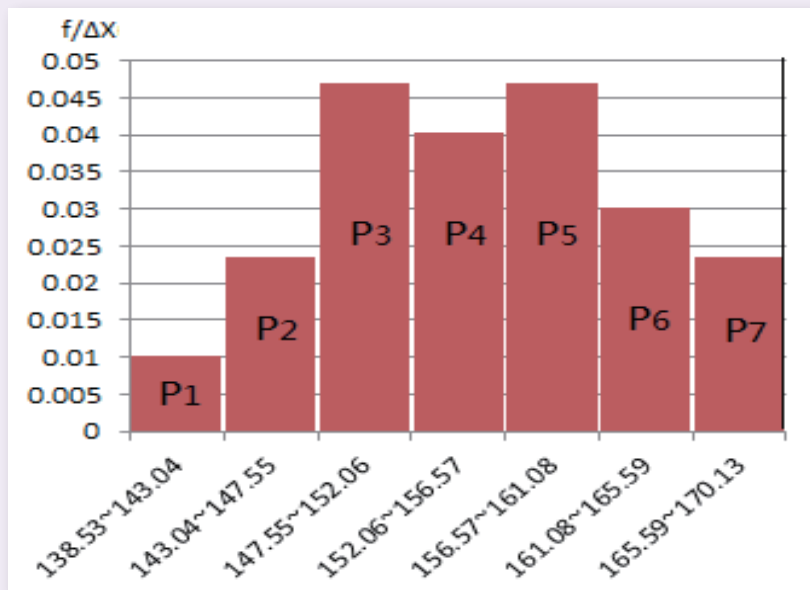


圖2 平均分布密度直方圖

(4) 結果說明：

根據表5內之66筆數據所製作之直方圖（圖2），我們有理由假設數據點的分布密度呈常態分布規律，因此以卡方分配來作檢定。設立兩個假設為：

H_0 ：燃氣消耗量數據呈常態分配

H_1 ：燃氣消耗量數據不呈常態分配

$\alpha=0.05$ ，自由度 $df=4$ ，查卡方機率值表可得決定拒絕域及接受域臨界值 $\chi_{0.05,4}^2 = 9.49$ 。

表7 卡方統計量計算表

	區間		區間標準化		區間機率分布		機率(Pi)	nP _i	O _i	(O _i -nP _i) ²	$\frac{(O_i - nP_i)^2}{nP_i}$
	P1	P2	P3	P4	P5	P6					
P1	138.53	143.04	-2.260	-1.666	0.048	0.012	0.036	2.374	3	0.392	0.165
P2	143.04	147.55	-1.666	-1.071	0.142	0.048	0.094	6.213	7	0.620	0.100
P3	147.55	152.06	-1.071	-0.477	0.317	0.142	0.175	11.532	14	6.093	0.528
P4	152.06	156.57	-0.477	0.118	0.547	0.317	0.230	15.186	12	10.148	0.668
P5	156.57	161.08	0.118	0.712	0.762	0.547	0.215	14.189	14	0.036	0.003
P6	161.08	165.59	0.712	1.307	0.904	0.762	0.143	9.407	9	0.165	0.018
P7	165.59	170.13	1.307	1.905	0.972	0.904	0.067	4.441	7	6.548	1.474
統計量										2.96	

■ 卡方檢定統計量公式 $\sum_{i=1}^k \frac{(O_i - nP_i)^2}{nP_i}$

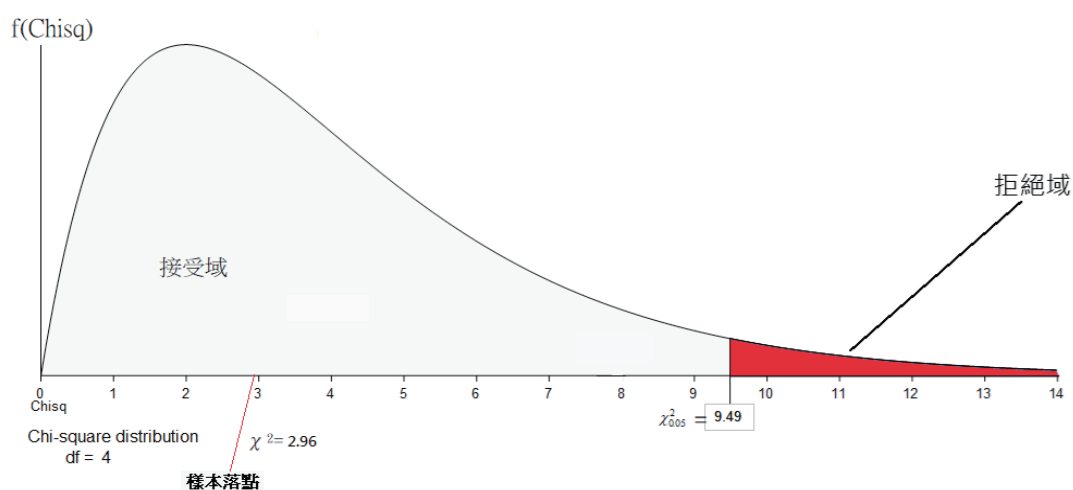


圖3 卡方分配機率圖

表7為利用表6資訊及卡方檢定統計量公式，以Excel工具分析所得，表中卡方檢定統計量 $\chi^2=2.96$ ，小於卡方臨界值9.49，沒有落在拒絕域（如圖3），所以我們下結論：燃氣消耗量數據呈常態分配規律這一假設無顯著性差異。

3. 器具設置狀況（成對樣本）測試結果分析

（1）分析說明

利用表3數據，以成對樣本t檢定統計量來做假設檢定。

（2）分析目的

釐清在特性要因圖「卡式爐設置狀態」要因項，關於器具上方有無放置鍋具之情形，其所測得的燃氣消耗量是否有顯著之差異。

（3）數據分析：如表8成對樣本燃氣消

耗量分析表。

(4) 結果說明

成對樣本差的平均數 $\bar{d} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n d_i = \frac{1}{22} \times 63.7 = 2.89$ ，成對樣本差的平方和 $\sum_{i=1}^n d_i^2 = 203.37$

變異數 $s_d^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (d_i - \bar{d})^2 = 0.934$ $\therefore s_d = \sqrt{0.934} = 0.967$ 。假設成對差母體是常態， μ_A 、 μ_B 分別代表放置鍋具與未放置鍋具測試結果母體平均數，由於 $n < 30$ 為小樣本，變異數未知，因此我們以 t 檢定統計量來做假設檢定。設立兩個假設：

$H_0: \mu_A = \mu_B$ ，放置鍋具與未放置鍋具測試結果無顯著差異

$H_1: \mu_A \neq \mu_B$ ，放置鍋具與未放置鍋具測試結果有顯著差異

$\alpha = 0.05$ ， $df = 21$ ，查 t 分配機率值表可得決定拒絕域及接受域臨界

值 $t_{0.025, 21} = 2.41$ ，計算檢定統計量

$$t = \frac{\bar{d}}{s_d / \sqrt{n}} = \frac{2.89}{0.967 / \sqrt{22}} = 14.02$$

結論：如圖4，檢定統計量為 14.02，大於臨界值 $t_{0.025, 21} = 2.41$ ，落在拒絕域，故拒絕虛無假設 H_0 ；亦即根據樣本的資訊，我們可以說燃氣消耗量試驗時，器具上方放置鍋具與未放置鍋具測試結果有顯著差異。

4. 不同廠牌、型號、重量（新、舊瓶）瓦斯罐測試結果比較

(1) 分析說明

利用表1、表2「燃氣消耗量計算值」數據，求出每款瓦斯罐測試出之實測平均值，因為依據統計理論，樣本平均值的平均值會朝母體平均數收斂，所以我們以此實測平均值來代表使用此款廠牌、型號之瓦斯罐「燃氣消耗

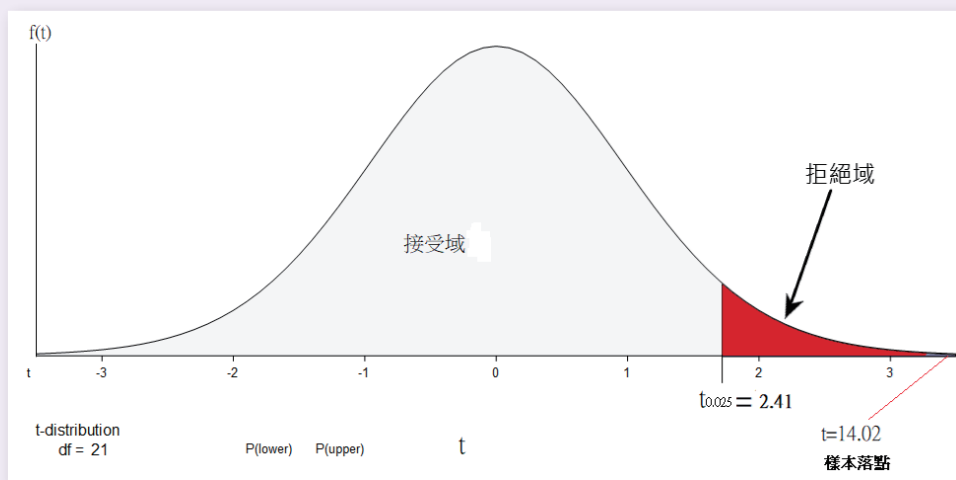


圖4 t分配機率圖

量」測試的結果。此值再與器具標示值（155 g/h）比較，求出百分比誤差。

(2) 分析目的

了解特性要因圖中「卡式瓦

斯罐」要因下，不同廠牌、型號及重量影響燃氣消耗量測試結果的程度。

(3) 數據分析：如表9。

表9 瓦斯罐新、舊瓶測試之燃氣消耗量數據分析

NO.	新 瓶					舊 瓶				
	卡式爐燃氣消耗量(g/h)			平均值	誤差%	卡式爐燃氣消耗量(g/h)			平均值	誤差%
1	155.80	155.60	156.40	155.93	0.60	124.67	124.40	124.20	124.42	-19.73
2	155.67	155.60	156.20	155.82	0.53	126.67	125.87	126.00	126.18	-18.59
3	161.47	161.73	161.13	161.44	4.16	124.73	124.73	124.80	124.75	-19.51
4	170.13	169.80	169.53	169.82	9.56	132.27	132.13	132.30	132.23	-14.69
5	156.07	156.53	156.20	156.27	0.82	130.53	130.47	130.20	130.40	-15.87
6	151.93	151.53	152.00	151.82	-2.05	130.47	130.13	130.20	130.27	-15.96
7	145.80	145.60	145.87	145.76	-5.96	130.13	130.13	130.20	130.15	-16.03
8	168.07	168.27	167.60	167.98	8.37	135.07	134.73	134.80	134.87	-12.99
9	150.33	150.73	150.07	150.38	-2.98	123.67	123.80	123.50	123.66	-20.22
10	158.07	158.47	157.13	157.89	1.86	125.20	125.27	125.20	125.22	-19.21
11	158.00	157.40	159.27	158.22	2.08	124.60	124.20	124.40	124.40	-19.74
12	160.93	160.27	162.93	161.38	4.11	126.27	125.87	126.30	126.15	-18.62
13	139.27	138.53	141.40	139.73	-9.85	129.00	128.67	129.10	128.92	-16.82
14	149.33	149.53	146.47	148.44	-4.23	130.07	129.73	129.80	129.87	-16.22
15	145.93	144.60	147.60	146.04	-5.78	129.53	129.47	129.60	129.53	-16.43
16	147.80	147.20	148.87	147.96	-4.54	138.40	137.27	138.80	138.16	-10.87
17	149.80	150.87	149.20	149.96	-3.25	127.87	127.40	127.50	127.59	-17.68
18	164.47	163.27	167.40	165.05	6.48	137.47	135.87	137.00	136.78	-11.75
19	157.27	157.00	157.87	157.38	1.54	136.47	136.20	136.20	136.29	-12.07
20	163.47	163.20	163.87	163.51	5.49	140.20	139.33	139.50	139.68	-9.89
21	160.07	159.20	160.47	159.91	3.17	135.40	135.07	135.40	135.29	-12.72
22	154.33	153.07	155.27	154.22	-0.50	135.93	135.53	136.20	135.89	-12.33

(4) 結果說明

由表9結果看出，瓦斯罐因廠牌、型號、重量（新瓶、舊瓶）之不同，其燃氣消耗量測試結果產生離散性。不同廠牌、型號間新瓶測試時約有 $\pm 10\%$ 之波動；而不同廠牌、型號間舊瓶測試時則有 $-9.8\% \sim -20.2\%$ 之波動。

五、結論及建議

(一) 依據表1、表2的樣本資料重複進行隨機取樣，分析了5種試驗人員可能選用瓦斯罐的組合方式發現，僅第1種情形（3罐新瓶/同廠牌、型號）測定的燃氣消耗量測試數據，以95%的信賴度估計母體平均值的存在範圍會包含母體

平均值 μ (155 g/h)，為最準確之測試方式；且器具上方有無放置試驗用鍋具，兩者之測試結果有顯著的差異。

(二) 購買市場上22種款式的瓦斯罐，以第1種容器選用方式測試所得的「燃氣消耗量」數據(表1)，經卡方檢定來檢驗母體分配，認為與常態分佈規律這一假設無顯著性差異。因此，燃氣消耗量試驗數據的機率密度函數可以用下式表示：

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}, \text{ 式中: } -\infty < x < \infty, -\infty < \mu < \infty, \sigma > 0。$$

根據常態分配之機率密度函數性質，可獲得一個曲線與x軸所圍面積等於1，以 μ 為中心，左右對稱如圖5的常態分配曲線圖。圖中看出測試數據若允許 $\pm\sigma$ 的誤差，滿足此精度的數據點出現的

機率為68.3%，而將允許的誤差放寬到 $\pm 2\sigma$ ，則滿這樣精度的數據出現的機率為95.5%， $\pm 3\sigma$ 時為99.7%。

(三) 攜帶式卡式爐「燃氣消耗量試驗」檢驗標準規定，必須在同等條件下重複進行3次，取得3瓶容器試驗前後重量差後，以公式計算求得每小時的燃氣消耗量數值(g/h)，做為該台器具的標示值。而由研究結果得知，雖然市場上試驗容器廠牌、型號眾多，但只要以同廠牌、型號，3罐新瓶來測試，得到的「燃氣消耗量」數據波動性最小，之間大約存在 $\pm 3\sigma$ 的偏差，在這樣的誤差範圍內將有99%以上的數據能滿足此要求。因此雖然卡式爐之「燃氣消耗量」試驗只以3瓶容器試驗，但計算得到的數據，其誤差出現

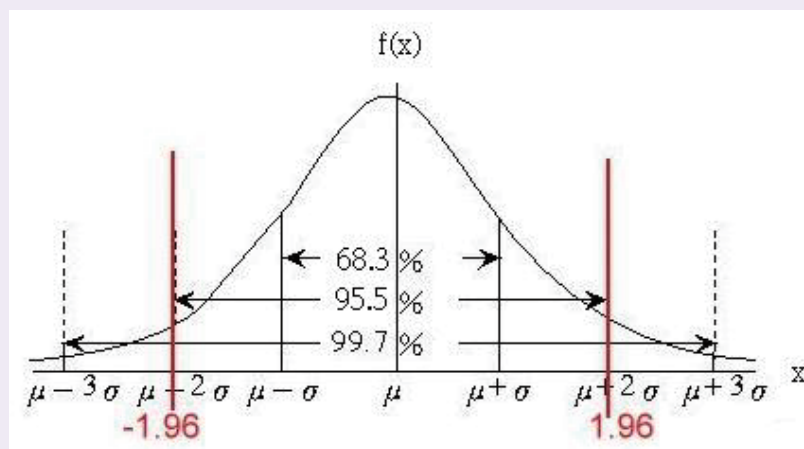


圖5 燃氣消耗量測試數據機率分布圖

在 $\pm 3\sigma$ 以外的可能性非常小。

(四) 為提升卡式爐「燃氣消耗量」試驗準確性及標示的正確性，在進行試驗時，除必須嚴格按照檢驗標準對試驗環境（20~25℃）、儀表精度的要求以外，其他可能造成誤差之因素，必須要有同樣的控制條件，才能保證所測數據準確、可靠。建議的作法為：

1. 選擇3罐新瓶、同廠牌、同型號的瓦斯罐測試。
2. 不可新、舊混用或使用舊瓶來測試消耗量。
3. 確實將試驗容器放置在20~25℃環境中2小時以上才使用。
4. 試驗時器具上方須放置試驗用

鍋具，測試過程中要保持鍋內1/3深水。

六、參考資料

1. CNS 14529：2001，攜帶式卡式爐，經濟部標準檢驗局。
2. CNS 14530：2014，攜帶式卡式爐用燃料容器，經濟部標準檢驗局。
3. JIS S 2147：2009，Portable cookers attached to liquefied petroleum gas cylinder.
4. 栗原伸一、丸山敦史，108，統計學圖鑑，楓葉社文化事業有限公司。
5. 日花弘子，107，Excel 商用統計分析入門，碁峯資訊股份有限公司。