

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

觀光旅館耗用能資源分析及預測之研究 研究成果報告(精簡版)

計畫類別：個別型
計畫編號：NSC 99-2221-E-041-018-
執行期間：99年08月01日至100年07月31日
執行單位：嘉南藥理科技大學觀光事業管理系

計畫主持人：王仁俊
共同主持人：郭柏巖
計畫參與人員：大專生-兼任助理人員：沈幸佩
大專生-兼任助理人員：顏亞琪
大專生-兼任助理人員：柯貞如
大專生-兼任助理人員：林仕名
其他-兼任助理人員：鄭偉志
其他-兼任助理人員：鄭雪君

處理方式：本計畫涉及專利或其他智慧財產權，2年後可公開查詢

中華民國 100 年 10 月 12 日

中文摘要

本文之前期計畫為「旅館類建築外殼耗能 ENVLOAD 簡算法之研究(計畫編號: NSC 94-2218-E-041-001-)」及「精進建築節能法規之研究(計畫編號: NSC 97-2221-E-041-019-)」。本文旨於探討旅館之能源耗用密度(EUI, energy use intensity, kWh/m²/yr), 各級旅館用電密度為: 國際觀光旅館 295、觀光旅館 238、一般旅館 186 及民宿 144, 各級旅館平均每房全年能源消耗量(MWh)為 26、24、15、9, 電力為主要之能源耗用項目, 平均佔總能源消耗之 84%。以相關分析推論決定變數發現, 部分旅館建築條件及營運條件確實與旅館總能源消耗量及 EUI 相關。而以總能源用量及 EUI 為依變數, 以建築條件群、營運條件群為自變數, 在複迴歸分析的模型中, 證實其間存有不可棄卻之迴歸關係(adjusted R² .928 及 .612, both significant .000<.01), 說明該模型具一定程度之信賴。本文結果可供旅館經營者、旅館企劃投資單位以及供部門制定相關能源法案時參酌。

關鍵詞: 旅館建築、旅館能源效率、能源消耗、能源耗用密度(EUI)、住房率

Abstract

A study on energy performance of hotel buildings in Taiwan

The study aims at discussion of energy performance in hotel buildings in Taiwan. Energy consumption data, building information and other operation data were collected from 45 international tourist hotels, 19 standard tourist hotels, 116 hotel enterprises and 20 home stay facilities. The energy use intensity(EUI, kWh/m²/year) of the four rating hotels are 295, 238, 186 and 144, which are equal to 93, 75, 59, 46(kBtu/ft²/year) respectively. Mean energy consumption per guest room(MWh/room/year) at four rating hotels are 26, 24, 15, 9. Electricity dominates the total energy consumption, which account for 84% of total energy in average. Pearson correlations between EUI and possible explanatory indicators revealed that some building condition, operation and other factors are significant. 2 regression models were established to predict total energy consumption and EUI, such as gross floor area, number of guest rooms, occupancy rate and building construction year were selected as independent variables, the coefficient of adjusted R² is 0.928 and 0.612, which should be reliable. Finally, some suggestions based on this study in order to improve hotel energy performance were proposed.

KEYWORD: Hotel buildings; Hotel energy performance; Energy consumption; Energy use intensity(EUI); Occupancy rate

一、前言

台灣觀光業近來大幅成長，陸客來台的成長率更是驚人，根據觀光局統計資料顯示，入境觀光客的成長率近兩年分別為 14.%及 26.67%[1]，而國內旅次的成長率亦高達 7.67%及 14.86%[2]，此觀光榮景帶領旅館業近來大幅成長，截至 2011 年 6 月底，台灣各級旅館之存量分別為：國際觀光旅館(International Tourist Hotels)70 間(共 20,497 房)、觀光旅館(Standard Tourist Hotels)37 間(共 5,072 房)、一般旅館(Hotel Enterprises)3,169 間(共 124,100 房)、民宿(Home Stay Facilities)5,582 間(共 15,415 房)，各級旅館數量莫不大幅成長，以前二者為例，對應前一年度，其房間數量之成長率分別為 11.7%及 38.0%，而在未來的五年，已取得申設核可或正在建造中的旅館總房間數更達 6,645 房(International Tourist Hotels)、2,476 房(Standard Tourist Hotels)，整體旅館業聘用員工 72,252 人，佔台灣總體觀光業從業人員之 24.5%，總營業額 33 億美元，佔台灣總體觀光業營收之 22.2%。

國際觀光業蓬勃發展，旅館業佔有舉足輕重地位，而其碳排放量亦同樣驚人，估計旅館業之碳排放量約佔整體觀光業之 21%[4]。此外，以能源消耗量角度而言，以美國為例，旅館僅次於餐飲、百貨零售、醫院、辦公，為第五大之耗能產業[5]，國際上討論旅館用電的研究相當多，詳如表 1。整體而言，能源耗用密度(EUI)與氣候條件有關，極冷[6-7]或極熱[11-16]的國家通常比氣候溫和的國家[10,17-18,20,23-24]明顯較高，多數研究探討的能源主題包括電力、瓦斯、燃油，亦有僅著重討論電力者[12,14,21]，而電力消耗佔總能源消耗之比例各國情有異(75%[10], 73%[13], 82%[15], 66%-91%[18], 45%-62%[23])。一般而言，近半數的電力消費乃用於空調系統[27]。多數的研究藉由實際調查以取得研究相關資料[6,9-18,20-24,26]，但亦有少數係以模擬方式而得[25,28-29]，樣本數最多為 184[26]、最少為 2[22]，在考量影響 EUI 之變數方面，部分主張與旅館星級有關[13,15,18,23,29]，部分認為係旅館規模[15-16]，亦有以旅館型態與特徵推論 EUI 者[10,18,23,26,29]，也有以旅館設備及空調條件[12-13,17,21-22,24]推論，還有些研究係用旅館營運條件推論[10-11,13,16,18,26,30]。

二、研究範圍與研究方法

本文針對各級旅館共取樣 302 間，部分旅館因於調查其間曾進行整修、短暫歇業或部分資料無法齊全，經篩樣之後，得有效樣本：國際觀光旅館 45 間(共 14,607 房，佔台灣全體 73%)、觀光旅館 19 間(共 3,930 房，佔台灣全體 79%)、一般旅館 116 間(共 4,971 房，佔台灣全體 8%)、民宿 20 間(共 100 房，佔台灣全體 1%)，取樣之樣本均勻分布全島，兼顧各行政區域，亦兼顧平地、濱海與山區。在類型方面亦能考量不同經營訴求之旅館，以前二者之觀光旅館為例，從小型的精品休閒旅館至大型的商務旅館均在選樣範圍內。在用電資料方面，以旅館電錶號回查電力公司售電之歷史資料，在建築面積方面，以旅館使用執照之登陸面積為準，在旅館營運資料方面，以觀光局提供之逐月詳細營運月報表為之，在瓦斯及用油方面，則以旅館訪查及出帳記錄為準。

三、研究結果

在能源使用類別方面，各級旅館之使用能源種類與比例詳如表 2，電力消費平均為總能源消費之 84%，國際觀光旅館通常服務較多元，在部分有溫水泳池的樣本，因使用燃油或瓦斯加熱，電力佔總能源之比例甚至降至僅 61%，此情形亦發生在觀光旅館，故觀光旅館之平均為雖為 86%，但標準差卻是最高的。在用電量與外氣溫方面(圖 1)，由於台灣在冬

季時為相對舒爽之中間季節，故幾乎可忽略暖房負荷，因而呈現總用電量會與外氣溫度成正相關，如以五月至十月為夏季，其餘六個月為冬季，則夏季用電平均比冬季多 32.5%。

所有樣本之調查結果詳如表 3，、在總樓地板面積(GFA)方面，每間國際觀光旅館之平均總樓地板面積為民宿的 95 倍。而將總樓地板面積除以房數之後，每房面積分別為：國際觀光旅館 95m²、觀光旅館 102m²、一般旅館 78m²、民宿 65m²，前二者面積明顯較高，此

表 1 Average energy consumption for hotel buildings worldwide, kWh/m²/year

Country or region (data for the year)	Energy use intensity (EUI)(kWh/m ² /year)	Source	Additional remarks
Canada (1994)	689	[6]	19 hotels(located within Ottawa)
UK(1994)	715	[7]	
USA(1995)	401	[8]	Cited
German(1993)	239-300	[9]	
New Zealand(2000)	159(hotel) 83(bed and breakfast) 69(motel) 171(backpacker)	[10]	Samples distribution: 30(hotel), 22(bed and breakfast), 20(motel), 35(backpacker)
Hong Kong(1997)	542(147-981, std.=203)	[11]	36 5* hotels
Hong Kong(1994)	406(250-844)	[12]	Electricity use only 16 hotels(quest rooms between 216 and 862): 5*(9), 4*(4), 3*(3)
Hong Kong(1995)	563(297-936)	[13]	Same with front samples
Hong Kong(2000)	342	[14]	Electricity use only 17 hotels
Singapore(2008)	427(265-592, std.=96)	[15][16]	29 hotels(quest rooms between 32 and 1200): 5*(11), 4*(13), 3*(5)
Hellenic(1994)	273	[17]	158 hotels with 140 in Athens
Vietnam(2000)	4*=141(80-237) 3*=143(41-426) 2*=101(26-271) resort=78(9-165)	[18]	50 hotels: 4*(9), 3*(25), 2*(12),resort(4)
USA(2008)	274(47-946)	[19]	Hotels and motels
Tunisian(2002)	171-372	[20]	
Turkey Antalya(2005)	389(129-646)	[21]	Electricity use only 32 hotels
UK Poole(2008)	213	[22]	2 hotels
Spain(2003)	4*=179(std.=28) 3*=129(std.=24)	[23]	In the Balearic islands 31 hotels: 4*(11), 3*(20)
Mediterranean countries(2003)	174-287	[24]	4 hotels
UK(2009)	368	[25]	Simulation, 2 hotels(representative of 67% of hotels in the UK.)
Europe(2004)	Hilton=364(129-859, std.=149) Scandic=285(124-568, std.=94)	[26]	73 hotels(Hilton) 111 hotels(Scandic)

表 2 Statistical summary of electrical / total energy percentage breakdown

Electrical / total(%)	Maximum	Minimum	Average	Median	Standard deviation
International Tourist Hotels	98	48	83	84	11
Standard Tourist Hotels	96	22	86	91	17
Hotel Enterprises	99	56	86	89	9
Home Stay Facilities	95	58	82	84	10

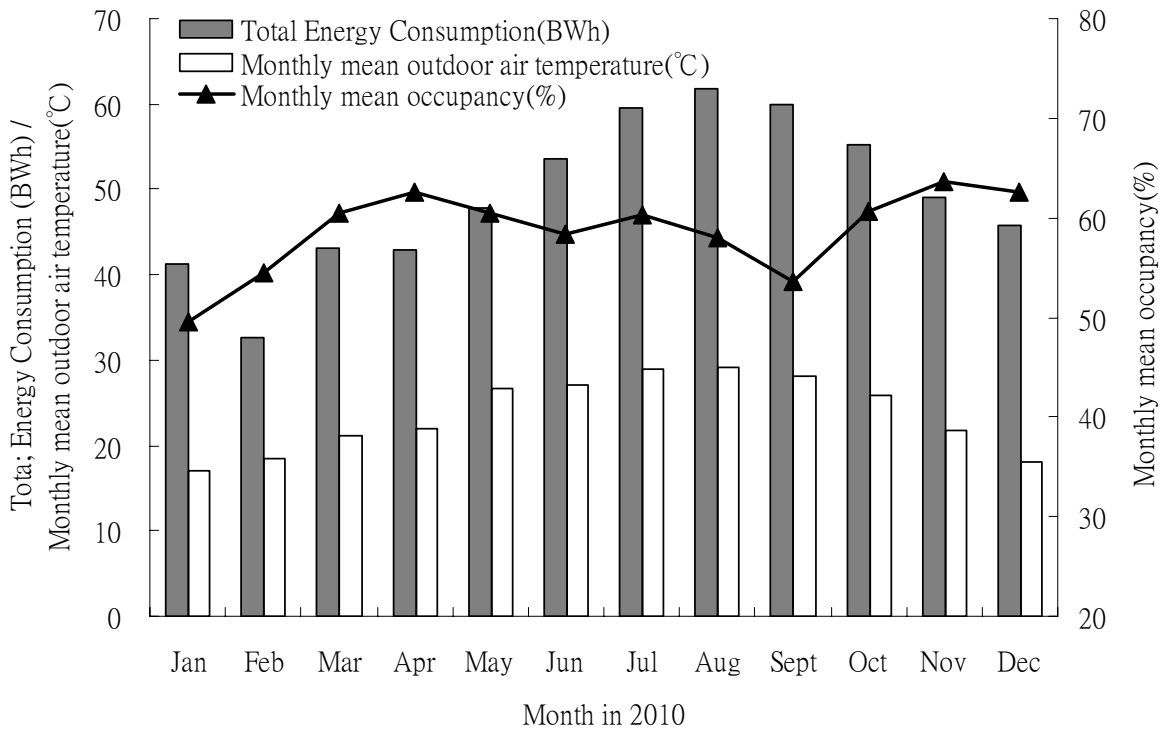


圖 1. Monthly total energy consumption of all samples investigated, mean outdoor temperature and mean occupancy in 2010.

係因前二者旅館提供較多的服務所致，多數為休閒或娛樂設施的面積分擔。此外，多數旅館均提供餐飲，甚至有些旅館的餐飲營收大於房租營收。以國際觀光旅館為例，餐飲設施之面積從最小佔總樓地板面積之 1.1%至最大 9.6%，平均約為 5.9%，各級旅館之餐飲營收為房租營收之倍率各不相同，國際觀光旅館分布為 0.38-2.60 倍、觀光旅館為 0.39-2.27 倍、一般旅館為 0.32-1.91 倍、民宿為 0.30-1.86 倍，餐飲營收在旺季時(母親節、尾牙、跨年)遠比其他時間高，這也是為何圖一會呈現在一月時，外氣溫與住房率均低，而總用電量卻高。此外亦有 11 間國際觀光旅館因為位於市區，故有平均總樓地板面積 12.3%作為百貨或購物中心之用途。

在能源耗用成本方面，平均每間國際旅館之電費支出為 1,092,168 美元，平均佔總營收之 4.9%，觀光旅館為 652,050 美元(佔總營收 5.7%)、一般旅館為 82,908 美元(佔總營收 7.7%)、民宿則為 6,737 美元(佔總營收 3.0%)。不論住房率及平均房價均呈現越高等級的旅館不但房價高、且賣的好，此情形亦反應在 EUI 方面(表 4)，前二等級之旅館明顯高於後二級之旅館。而在平均每房用電及每位旅客用電方面，亦是呈現觀光旅館明顯較高。此應為觀光旅館提供較佳之服務，而至用電密度較高。而一般旅館及民宿之旅客則多為國內旅遊(國

旅)，此可從旅客來源比例得知，按國際觀光旅館及觀光旅館之外籍旅客均佔總旅客數之60%左右，而後二級旅館之比例降為11%與1%。申設觀光旅館之門檻遠比一般旅館高，故其要求之設備、空間或服務之等級均明顯有異。然而倘以前二級之觀光旅館為例，其能源耗用密度仍比炎熱的香港[11,13-14]低，亦低於炎熱的新加坡[15-16]和寒冷的加拿大[6]，而與南歐或中南歐相近[17,26]，而高於氣候溫和的紐西蘭[10]。此乃台灣冬季氣候溫和，比同時期的香港和新加坡舒適，而與南歐冬季則需要微量暖房而夏天需要微量冷房；或為歐洲普遍在節能方面表現較優，而致整體表現與台灣相去不遠。

表 3 Summary of the data collected from surveyed hotels in year 2010

Hotel(n)	GFA(m ²) (n)	Con year(n)	No of rooms (n)	No of building stories (n)	No of workers (n)	Occupancy Rate(%) (n)	Average			
							Room Rate (USD) (n)	Total Revenue (USD) (n)	No of Guests in year 2010 (n)	Energy (MWh) (n)
International Tourist Hotels(45)	<10000(7)	≤1969(7)	≤199(6)	≤9(13)	≤199(11)	≤49.9 (3)	≤99(19)	≤6999(6)	≤99999(11)	≤4999(13)
	~20000(9)	~1979(6)	~399(27)	~19(19)	~399(24)	~59.9 (5)	~149(16)	~14999(16)	~149999(16)	~9999(16)
	~30000(8)	~1989(8)	~599(7)	~29(11)	~599(5)	~69.9 (16)	~199(8)	~29999(15)	~199999(11)	~14999(12)
	~40000(7)	~1999(14)	≥600(3)	≥30(2)	≥600(5)	~79.9(12)	≥200(2)	~69999(5)	≥200000(7)	≥15000(4)
	~50000(11)	≥2000(10)				≥80(9)		≥70000(3)		
	>50000(3)									
	Avg: 30946	Avg: 1987	Avg: 325	Avg: 17	Avg: 326	Avg: 70.1	Avg: 119	Avg: 22245	Avg: 139918	Avg: 8668
	Max:117484	oldest:1956	Max: 856	Max: 45	Max: 860	Max: 89.9	Max: 228	Max:91637	Max: 327045	Max: 31978
	Min:5258	newest:2009	Min: 76	Min: 5	Min: 80	Min: 35.5	Min: 53	Min: 4124	Min: 29081	Min: 1587
Standard Tourist Hotels(19)	<10000(2)	≤1979(2)	≤99(2)	≤9(2)	≤99(2)	≤59.9(5)	≤99(15)	≤6999(5)	≤49999(2)	≤4999(12)
	~20000(10)	~1989(5)	~199(3)	~19(13)	~199(12)	~69.9(8)	~149(2)	~14999(11)	~99999(8)	~9999(5)
	~30000(3)	~1999(7)	~299(14)	~29(3)	~299(4)	~79.9(3)	~199(2)	~29999(2)	~149999(9)	~14999(1)
	>30000(4)	≥2000(8)		≥30(1)	≥300(1)	≥80(3)		≥30000(1)		≥15000(1)
	Avg: 21747	Avg: 1991	Avg: 207	Avg: 14	Avg: 181	Avg: 64.6	Avg: 89	Avg: 11384	Avg: 94651	Avg: 5175
	Max:61669	oldest:1965	Max: 288	Max: 34	Max: 470	Max: 83.6	Max: 178	Max:42411	Max: 149740	Max: 16986
	Min:5021	newest:2008	Min: 78	Min: 6	Min: 34	Min: 30.6	Min: 47	Min: 1421	Min: 19240	Min: 1208
Hotel Enterprises (116)	<3000(75)	≤1979(43)	≤49(85)	≤6(25)	≤19(35)	≤49.9(85)	≤74(74)	≤699(75)	≤9999(75)	≤499(74)
	~10000(34)	~1989(44)	~99(29)	≤9(48)	~49(49)	~59.9(15)	~99(38)	~1499(22)	~19999(23)	~999(21)
	~20000(5)	~1999(21)	~199(10)	~14(45)	~99(20)	~69.9(9)	~124(4)	~2999(12)	~29999(12)	~1999(15)
	>20000(2)	≥2000(8)	≥200(2)	~29(8)	≥100(12)	≥70(7)		≥3000(7)	≥30000(6)	≥2000(6)
	Avg: 3521	Avg: 1985	Avg: 45	Avg: 10	Avg: 39	Avg: 48.3	Avg: 71	Avg: 1041	Avg: 11971	Avg: 658
	Max: 26044	oldest:1962	Max: 300	Max: 23	Max: 198	Max: 83.5	Max: 122	Max: 8622	Max: 74353	Max: 6210
	Min:472	newest:2008	Min: 8	Min: 2	Min: 5	Min: 33.3	Min: 41	Min: 110	Min: 2270	Min: 59
Home Stay Facilities (20)	Avg: 326	Avg: 1983	≤5(20)	Avg: 3	Avg: 7	Avg: 44.5	Avg: 69	Avg: 224	Avg: 1957	Avg: 47
	Max: 454	oldest:1963		Max: 5	Max: 10	Max: 60.2	Max: 92	Max: 369	Max: 3335	Max: 127
	Min:120	newest:2007		Min: 1	Min: 3	Min: 33.2	Min: 51	Min: 89	Min: 1560	Min: 18

表 4 Statistical overview of the energy consumption indicators in the hotels investigated

Satistical Data of Hotels(n)	Total energy per unit area, EUI, kWh/m ² /year	Total energy per guestroom, MWh/room/year	Total energy per guestroom-night, kWh/(no of room*occupancy*365)	Total energy per guest-night, kWh/no of guests
International Tourist Hotels(45)				
Average	294.9	25.9	102.2	59.3
Maximum	712.1	54.1	171.1	106.1
Minimum	191.0	11.6	52.5	23.1
Median	272.8	25.1	92.7	60.7
Standard deviation	86.5	8.7	30.4	18.7
coefficient of variation	29.3%	33.5%	29.7%	31.5%
Standard Tourist Hotels(19)				
Average	237.7	23.9	101.1	50.3
Maximum	375.8	59.0	205.4	113.4
Minimum	159.3	12.1	50.3	23.4
Median	228.7	17.5	86.1	40.9
Standard deviation	51.9	13.3	47.2	23.4
coefficient of variation	21.8%	55.5%	46.7%	46.5%
Hotel Enterprises(116)				
Average	186.3	15.3	86.2	52.0
Maximum	382.9	34.5	194.7	108.7
Minimum	89.7	5.9	42.4	18.0
Median	175.0	15.0	81.7	48.7
Standard deviation	60.0	5.9	27.7	20.9
coefficient of variation	32.2%	38.5%	32.1%	40.1%
Home Stay Facilities(20)				
Average	143.6	9.4	57.6	21.1
Maximum	317.3	25.5	116.6	52.1
Minimum	94.64	4.9	21.5	8.7
Median	128.9	8.6	51.2	21.1
Standard deviation	56.1	4.7	23.2	10.4
coefficient of variation	31.2%	50.0%	40.3%	49.3%

四、討論

4.1 總用電量與 EUI 之決定變數

本文以 24 個自變數針對能源總用量以及 EUI 分別進行相關分析，詳如表 5。以能源總用量而言，多數變數均與之呈正相關(顯著性低於 0.01)，包含建築變數(總樓地板面積、樓層數及建造年份)、旅館等級、客房條件(客房數、平均每房面積、住房率)、營收條件(房租收入、總營收)、員工數及房客數等，而在區位條件則呈現明顯負相關，乃因多數等級較高的旅館分布於市區，而本文將台北市設為 1、台中市為 2、高雄市為 3，這些地區匯集了多

數的國際觀光旅館，而台東設為 7，其高檔的旅館較少，故此項目之相關係數呈現負值。整體結果大致符合邏輯，亦反應影響總能源用量之變數群。

而在影響 EUI 的變數方面，呈明顯正相關者為：建築物樓層數、旅館等級、客房數、住房率、平均每房營收、員工數及旅客數，足以解釋 EUI 的影響因子明顯較解釋總能源用量少，相關係數之顯著性亦較不理想，但還是有相當足夠的解釋變數可供後續操作。而員工密度與 EUI 之相關性未呈顯著，與新加坡之研究[15]不同，然其相關係數已達 0.132，已接近呈現顯著之臨界準。此外，北美、歐洲或日本等地區之旅客數與 EUI 之相關性，明顯高於本地旅客或大陸客，說明如以不同地區之旅客觀點為之，如本旅館多接待北美、歐洲或日本等地區之旅客者，可發現其 EUI 較高，亦即使用能源的密度較高。

表 5

The pearson correlations of secondary energy drivers for energy use and energy use intensity

Variable name	Description	Pearson correlation	
		Energy consumption	EUI
GFA	Gross floor area	0.921**	0.165*
STORY	Number of building stories	0.684**	0.252**
CONYEAR	Building construction year	0.236**	-0.151*
RATING	Hotel rating	0.738**	0.415**
ZONE	Hotel location district	-0.258**	-0.265**
ROOM	Number of guest rooms	0.925**	0.296**
GFARM	Gross floor area per guest room	0.508**	0.006
PTDINING	Percent of GFA for dining facilities	0.140*	0.133
PTRETAIL	Percent of GFA for retail shops	0.148*	0.125
OCPRATE	Yearly occupancy rate	0.638**	0.712**
ROOMRATE	Average room rate	0.465**	0.623**
ROOMRVN	Room revenue	0.918**	0.282**
F&BRVN	Food & beverage revenue	0.818**	0.261**
TOTALRVE	Total revenue	0.854**	0.270**
WORKER	Number of workers	0.901**	0.315**
WORKERDST	Worker density	-0.039	0.132
GUESTT	Number of total guests	0.929**	0.321**
GUESTFIT	Guests of foreign independent tourist	0.860**	0.250**
GUESTGROUP	Guests of group	0.776**	0.322**
GUESTDMT	Guests from domestic	0.488**	0.175*
GUESTSCHN	Guests from China	0.552**	0.183**
GUESTNA	Guests from North America	0.849**	0.219**
GUESTJPN	Guests from Japan	0.717**	0.340**
GUESTEU	Guests from Europe	0.827**	0.234**

* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

4.2 總能源用量與 EUI 之複迴歸預測方程式

本文以 24 個自變數群針對能源總用量以及能源耗用密度 EUI 分別以逐步迴歸方式進行分析，詳如表 6，分別得出二條複迴歸方程式。以能源總用量而言，本文分別以總客房數、總樓地板面積、平均房價、總營收及住房率等為自變數，推求能源總用量，調整後的 R² 達 0.928，其中總客房數及總樓地板面積等二變數，聯合針對依變數達解釋能力達 91%，已具相當之解釋能力；而以平均住房率、總樓地板面積、平均房價、建築物建造年份等為變數，推求 EUI，調整後的 R² 達 0.612，亦即共能針對依變數之變異解釋能力達 61%，而總樓地板面積及建造年份之係數均為負值，亦即總樓地板面積越高、或者年份越新之旅館，其根據公式推算之 EUI 越低，亦即越節能。二條公式之顯著性均低於 0.01，證實其間存有不可棄卻之迴歸關係，亦說明該二條公式應具一定程度之信賴性。

表 6 Multiple Regression Analysis of Energy Consumption and EUI

Dependent Variable: Yearly Energy Consumption						
Priority of Independent	Coefficient of R	Coefficient of Determination (R ²)	R ² Change(ΔR)	F value	F Change	Standardized Coefficients
ROOM	.925	.856	.856	1177.9	1177.9	.263
GFA	.955	.912	.056	1016.7	124.0	.474
ROOMRATE	.960	.922	.011	774.7	26.6	.054
TOTALRVE	.962	.926	.004	611.4	10.4	.161
OCPRATE	.964	.930	.004	514.5	10.3	.080
STORY	.965	.931	.001	436.4	4.1	.056

Dependent Variable: EUI						
Priority of Independent	Coefficient of R	Coefficient of Determination (R ²)	R ² Change(ΔR)	F value	F Change	Standardized Coefficients
OCPRATE	.712	.506	.506	203.1	203.1	.657
GFA	.748	.560	.054	125.5	24.1	-.221
ROOMRATE	.779	.607	.046	100.8	23.2	.273
CONYEAR	.787	.620	.013	79.4	6.6	-.120

Yearly Energy Consumption of Hotel (kWh)

$$= -2196814 + 8982 \times \text{Number of guest rooms} + 127 \times \text{Gross floor area(m}^2\text{)} + 236 \times \text{Average room rate(USD)} + 0.0495 \times \text{Total revenue(USD)} + 2901240 \times \text{Yearly occupancy rate(\%)} \dots\dots(1) R^2 = .928$$

Energy Use Intensity (kWh/m²/year)

$$= 1630 + 373.76 \times \text{Yearly occupancy rate(\%)} - 0.00104 \times \text{Gross floor area(m}^2\text{)} + 0.0246 \times \text{Average room rate(USD)} - 0.829 \times \text{Building construction year(A.D.)} \dots\dots(2) R^2 = .612$$

4.3 結論

國際觀光旅館、觀光旅館、一般旅館及民宿之 EUI(kWh/m²/year)分別為 295,238,186 及 144，相當於 93、75、59 及 46(kBtuh/ft²/year)，平均每房能源用量(MWh/room/year)為 26、24、15 及 9，低於比台灣更炎熱的香港[11,13-14]及新加坡[15-16]，也明顯低於寒冷的加拿大[6]，與南歐部分研究相當[20-21]，低於泛佈歐洲的高級連鎖旅館數值[26]，但高於氣候溫和的地中海沿岸案例[23]，亦高於氣候溫和的紐西蘭[10]，也高於設備及服務等級較弱的越南[18]。鑑於中國旅客來台呈巨量成長，近二年來旅館建案亦呈高幅成長(10-20%)，而能源耗用成本平均約佔總營收之 5%-8%，旅館純益率普遍低於 10%，且節能亦能減費，相信會是旅館經營單位蹲節開支可考慮之選項。訪談過程中亦發現，許多旅館皆有節能措施，例如：集中團體旅客於同一樓層或將空房控制於相同樓層、降低房務時間的空調水準、採太陽能熱水器、提高功率因素或避免台電超約罰款的自動卸載等，均能助益於節能減費。相信本文應可為旅館之經營管理者、投資經營者或公部門進行能源規範時之參酌。

References

- [1] Annual Statistical Report on Tourism 2008 - 2010, Sector: Visitor Arrivals, Tourism Bureau, Taiwan, Republic of China, 2011.
- [2] Annual Statistical Report on Tourism 2008 - 2010, Sector: Visitors to the Principal Scenic Spots in Taiwan, Tourism Bureau, Taiwan, Republic of China, 2011.
- [3] Monthly Statistical Report on Hotel Operations January 2008 - July 2011, Tourism Bureau, Taiwan, Republic of China, 2011.
- [4] From Davos to Copenhagen and Beyond: Advancing Tourism's Response to Climate Change, UNWTO Background Paper, World Tourism Organization, 2009.
- [5] U.S. Energy Information Administration, A look at commercial buildings in 1995: characteristics, energy consumption and energy expenditures, Washington DC, 1998.
- [6] R.G. Zmeureanu et al., Energy performance of hotels in Ottawa, ASHRAE Transaction **100**(1)(1994), pp. 314 - 322.
- [7] Energy Efficiency Office, Introduction to energy efficiency in hotels, Department of the Environment, UK (1994).
- [8] S.-M. Deng and J. Burnett, A study of energy performance of hotel buildings in Hong Kong, *Energy and Buildings* **31** (2000), pp. 7-12.
- [9] Brunotte, M. Energiekennzahlen für den Kleinverbrauch. Studie im Auftrag des Öko-Instituts. Freiburg (in German) (1993).
- [10] S. Becken, Ch. Frampton and D. Simmons, Energy consumption patterns in the accommodation sector—the New Zealand case, *Ecological Economics* **39** (2001), pp. 371-386.
- [11] S.-M. Deng, Energy and water uses and their performance explanatory indicators in hotels in Hong Kong, *Energy and Buildings* **35** (2003), pp. 775-784.
- [12] F.W.H. Yik, J. Burnett and I. Prescott, Predicting air-conditioning energy consumption of a group of buildings using different heat rejection methods, *Energy and Buildings* **33** (2001), pp. 151-166.

- [13] S. Deng and J. Burnett, A study of energy performance of hotel buildings in Hong Kong, *Energy and Buildings* **31** (1) (2000), pp. 7–12.
- [14] W.W. Chan and J.C. Lam, Prediction of pollutant emission through electricity consumption by the hotel industry in Hong Kong. *International Journal of Hospitality Management*, **21** (2002), pp. 381–391.
- [15] R. Priyadarsini, W. Xuchao and L. Siew Eang, A study on energy performance of hotel buildings in Singapore. *Energy and Buildings*, **41** (12) (2009), pp. 1319–1324.
- [16] W. Xuchao, R. Priyadarsini and L. Siew Eang, Benchmarking energy use and greenhouse gas emissions in Singapore’s hotel industry. *Energy and Buildings*, **38** (8) (2010), pp. 4520–4527.
- [17] M. Santamouris, C.A. Balaras, E. Dascalaki, A. Argiriou and A. Gaglia, Energy conservation and retrofitting potential in Hellenic hotels, *Energy and Buildings* **24** (1) (1996), pp. 65–75.
- [18] D.N. Trung and S. Kumar, Resource use and waste management in Vietnam hotel industry. *Journal of Cleaner Production*, **13** (2005), pp. 109–116.
- [19] U.S. Environmental Protection Agency. Energy star building manual, chapter 12; facility type: hotels and motels, 2008 Edition.
- [20] A. Khemiri and M. Hassairi, Development of energy efficiency improvement in the Tunisian hotel sector: a case study, *Renewable Energy* **30** (2005), pp. 903–911.
- [21] S. Onut and S. Soner, Energy efficiency assessment for the Antalya Region hotels in Turkey, *Energy and Buildings* **38** (2006), pp. 964–971.
- [22] V. Filimonau, J. Dickinson, D. Robbins and M. A.J. Huijbregts, Reviewing the carbon footprint analysis of hotels: Life Cycle Energy Analysis (LCEA) as a holistic method for carbon impact appraisal of tourist accommodation, *Journal of Cleaner Production* **19** (17-18) (2011), pp. 1917–1930.
- [23] B. Rossello-Batle, A. Moia, A. Cladera and V. Martinez, Energy use, CO₂ emissions and waste throughout the life cycle of a sample of hotels in the Balearic islands, *Energy and Buildings* **42** (2010), pp. 547–558.
- [24] E. Dascalaki and C.A. Balaras, XENIOS—a methodology for assessing refurbishment scenarios and the potential of application of RES and RUE in hotels, *Energy and Buildings* **36** (2004), pp. 1091–1105.
- [25] S. Taylor, A. Peacock, P. Banfill and L. Shao, Reduction of greenhouse gas emissions from UK hotels in 2030, *Building and Environment* **45** (6) (2010), pp. 1389–1400.
- [26] P. Bohdanowicz and I. Martinac, Determinants and benchmarking of resource consumption in hotels - case study of Hilton international and Scandic in Europe, *Energy and Buildings* **39** (1) (2007), pp. 82–95.
- [27] P. Sloan, W. Legrand and J. S. Chen, Sustainability in the Hospitality Industry, Chapter 2 - Energy Efficiency, (2009), pp. 13–26.
- [28] G.J. Dalton, D.A. Lockington and T.E. Baldock, Feasibility analysis of stand-alone renewable energy supply options for a large hotel, *Renewable Energy* **33** (7) (2008), pp. 1475–1490.
- [29] H. Sozer, Improving energy efficiency through the design of the building envelope, *Building and Environment* **45** (12) (2010), pp. 2581-2593.
- [30] J. Warnken, M. Bradley and Ch. Guilding, Eco-resorts vs. mainstream accommodation providers. An investigation of the viability of benchmarking environmental performance, *Tourism Management* **26** (2005), pp. 367–379.

本計畫內容已投稿至學術期刊：Energy and Buildings(投稿篇名：A study on energy performance of hotel buildings in Taiwan) 以及 International Journal of Hospitality Management (投稿篇名：The energy consumption of different region travelers of hotels in Taiwan)

國科會補助計畫衍生研發成果推廣資料表

日期:2011/10/11

國科會補助計畫	計畫名稱: 觀光旅館耗用能資源分析及預測之研究
	計畫主持人: 王仁俊
	計畫編號: 99-2221-E-041-018- 學門領域: 建築都市
無研發成果推廣資料	

99 年度專題研究計畫研究成果彙整表

計畫主持人：王仁俊		計畫編號：99-2221-E-041-018-					
計畫名稱：觀光旅館耗用能資源分析及預測之研究							
成果項目		量化			單位	備註（質化說明：如數個計畫共同成果、成果列為該期刊之封面故事...等）	
		實際已達成數（被接受或已發表）	預期總達成數(含實際已達成數)	本計畫實際貢獻百分比			
國內	論文著作	期刊論文	0	1	100%	篇	目前已根據計畫成果投稿二篇國際期刊，分別為：Energy and Buildings（投稿篇名：A study on energy performance of hotel buildings in Taiwan）以及 International Journal of Hospitality Management（投稿篇名：The energy consumption of different region travelers of hotels in Taiwan），均 under review.
		研究報告/技術報告	0	0	100%		
		研討會論文	0	0	100%		
		專書	0	0	100%		
	專利	申請中件數	0	0	100%	件	
		已獲得件數	0	0	100%		
	技術移轉	件數	0	0	100%	件	
		權利金	0	0	100%	千元	
	參與計畫人力（本國籍）	碩士生	0	0	100%	人次	
		博士生	0	0	100%		
		博士後研究員	0	0	100%		
		專任助理	0	0	100%		
	國外	論文著作	期刊論文	0	0	100%	篇
研究報告/技術報告			0	0	100%		
研討會論文			0	0	100%		
專書			0	0	100%	章/本	

	專利	申請中件數	0	0	100%	件	
		已獲得件數	0	0	100%		
	技術移轉	件數	0	0	100%	件	
		權利金	0	0	100%	千元	
	參與計畫人力 (外國籍)	碩士生	0	0	100%	人次	
		博士生	0	0	100%		
		博士後研究員	0	0	100%		
		專任助理	0	0	100%		

其他成果
(無法以量化表達之成果如辦理學術活動、獲得獎項、重要國際合作、研究成果國際影響力及其他協助產業技術發展之具體效益事項等，請以文字敘述填列。)

目前已根據計畫成果投稿二篇國際期刊，分別為：Energy and Buildings (投稿篇名：A study on energy performance of hotel buildings in Taiwan) 以及 International Journal of Hospitality Management (投稿篇名：The energy consumption of different region travelers of hotels in Taiwan)，均 under review.

	成果項目	量化	名稱或內容性質簡述
科教處計畫加填項目	測驗工具(含質性與量性)	0	
	課程/模組	0	
	電腦及網路系統或工具	0	
	教材	0	
	舉辦之活動/競賽	0	
	研討會/工作坊	0	
	電子報、網站	0	
	計畫成果推廣之參與(閱聽)人數	0	

國科會補助專題研究計畫成果報告自評表

請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況、研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）、是否適合在學術期刊發表或申請專利、主要發現或其他有關價值等，作一綜合評估。

1. 請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況作一綜合評估

達成目標

未達成目標（請說明，以 100 字為限）

實驗失敗

因故實驗中斷

其他原因

說明：

2. 研究成果在學術期刊發表或申請專利等情形：

論文： 已發表 未發表之文稿 撰寫中 無

專利： 已獲得 申請中 無

技轉： 已技轉 洽談中 無

其他：（以 100 字為限）

目前已根據計畫成果投稿二篇國際期刊，分別為：Energy and Buildings（投稿篇名：A study on energy performance of hotel buildings in Taiwan）以及 International Journal of Hospitality Management（投稿篇名：The energy consumption of different region travelers of hotels in Taiwan），均 under review.

3. 請依學術成就、技術創新、社會影響等方面，評估研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）（以 500 字為限）

本研究旨於探討台灣之旅館能源消耗及預測。共得 200 案例，其中：國際觀光旅館 45 案、觀光旅館 19 案、一般旅館 116 案、民宿 20 案，本文以 24 個自變數針對能源總用量以及 EUI 分別進行相關分析。以能源總用量而言，多數變數均與之呈正相關（顯著性低於 0.01），包含建築變數（總樓地板面積、樓層數及建造年份）、旅館等級、客房條件（客房數、平均每房面積、住房率）、營收條件（房租收入、總營收）、員工數及房客數等。而在影響能源耗用密度（EUI）的變數方面，呈明顯正相關者為：建築物樓層數、旅館等級、客房數、住房率、平均每房營收、員工數及旅客數。此外，北美、歐洲或日本等地區之旅客數與 EUI 之相關性，明顯高於本地旅客或大陸客，說明如以不同地區之旅客觀點為之，如本旅館多接待北美、歐洲或日本等地區之旅客者，可發現其 EUI 較高，亦即使用能源的密度較高。

本文以 24 個自變數群針對能源總用量以及 EUI 分別以逐步迴歸方式進行分析，分別得出二條複迴歸方程式。以能源總用量而言，本文分別以總客房數、總樓地板面積、平均房價、總營收及住房率等為自變數，推求能源總用量，調整後的 R² 達 0.928，其中總客房數及總樓地板面積等二變數，聯合針對依變數達解釋能力達 91%，已具相當之解釋能力；而以平均住房率、總樓地板面積、平均房價、建築物建造年份等為變數，推求 EUI，調整後的 R² 達 0.612，亦即共能針對依變數之變異解釋能力達 61%，而總樓地板面積及建造

年份之係數均為負值，亦即總樓地板面積越高、或者年份越新之旅館，其根據公式推算之 EUI 越低，亦即越節能。

國際觀光旅館、觀光旅館、一般旅館及民宿之 EUI(kWh/m²/year)分別為 295, 238, 186 及 144，相當於 93、75、59 及 46(kBtuh/ft²/year)，平均每房能源用量(MWh/room/year) 為 26、24、15 及 9，低於比台灣炎熱的香港[11, 13-14]及新加坡[15-16]，也低於寒冷的加拿大[6]，與南歐部分研究相當[20-21]，低於泛佈歐洲的高級連鎖旅館[26]，但高於氣候溫和的地中海沿岸案例[23]，亦高於氣候溫和的紐西蘭[10]，也高於設備及服務較弱的越南[18]。鑑於中國旅客來台呈巨量成長，近二年來旅館建案亦呈高幅成長(10-20%)，而能源耗用成本平均約佔總營收之 5%-8%，旅館純益率普遍低於 10%，且節能亦能減費，相信會是旅館經營者躡節開支可考慮之選項。許多旅館皆有節能措施，例如：集中團體旅客於同一樓層或將空房控制於相同樓層、降低房務時間的空調水準、採太陽能熱水器、提高功率因素或避免台電超約罰款的自動卸載等，均能助益於節能減費。相信本文應可為旅館之經營管理者、投資經營者或公部門進行能源規範時之參酌。