

低碳建築技術

創新節能窗設計

(塑鋼窗與鋁窗比較探討)



南亞塑膠工業股份有限公司
中華民國 101 年 3 月

目 錄

目 錄	I
表目錄	V
圖目錄	VI
第一章 緒 論	
1.1 前言	1
1.1.1 行政院環保署推動「低碳城市推動方案」	1
1.1.2 行政院環保署推動「低碳城市推動方案」	1
1.1.3 「低碳社區」計畫目標	2
1.1.4 「低碳社區」執行措施	3
1.1.5 「低碳社區」推廣發展	5
1.1.6 小 結	6
1.2 世界各國節能窗之標章與法規發展	7
1.3 大陸地區建築節能法規	10
1.4 台灣地區建築節能法規	15
第二章 塑鋼窗與鋁窗簡介	
2.1 塑鋼窗與鋁窗基本性能	16
2.2 塑鋼窗與鋁窗建材完成後耐用性（使用年限）	19
2.3 塑鋼窗相關案例介紹	19

第三章 塑鋼窗與鋁窗隔熱性能之研究（成大建築研究所）

3.1 綠建築指標-日常節能

3.1.1 日常節能目的.....	25
3.1.2 日常節能法令的實施規則.....	25
3.1.3 日常節能指標與基準.....	26
3.1.4 日常節能如何達到合格標準.....	26
3.1.5 小 結.....	27

3.2 窗戶（塑鋼窗與鋁窗）隔熱性能研究

3.2.1 塑鋼窗與鋁窗 U-i 值及熱流量計算.....	28
3.2.2 鋁窗框熱傳導係數 U_i 值計算過程.....	32
3.3 各類窗框熱損耗比較.....	39
3.4 玻璃材料與窗戶 U 值.....	40
3.5 玻璃材料與窗戶 U 值之成本分析.....	47

第四章 建材生產過程塑鋼窗與鋁窗碳揭露之研究-以建材 CO₂ 排放量評估

4.1 計畫目的.....	50
4.2 研究範圍及對象.....	50
4.3 研究方法.....	51
4.4 塑鋼窗與鋁窗於建材生產過程 CO ₂ 排放量比較分析.....	53
4.5 結論與建議	

4.5.1 結 論	54
4.5.2 建 議.....	56
第五章 營建廢棄物產生與處理	
5.1 計畫目的.....	58
5.2 計畫範圍.....	58
5.3 計畫流程.....	59
5.4 南亞 PVC 塑鋼窗資源回收處理及再利用現況(以嘉義新港廠為 例).....	60
5.5 南亞 PVC 塑鋼窗資源回收處理及再利用現況(以經銷商為例)	63
5.6 塑鋼窗框回收再利用成品.....	66
5.7 結 論.....	68
第六章 結 論.....	69
參 考 文 獻.....	70

表目錄

表 1-1 各國窗戶 U 值規範	10
表 1-2 各國節能窗（玻璃）評定制	10
表 1-3 大陸主要城市所處氣候分區表	11
表 1-4 大陸嚴寒地區 A 區傳熱係數限值	11
表 1-5 大陸嚴寒地區 B 區傳熱係數限值	12
表 1-6 大陸寒冷地區傳熱與遮陽係數限值	13
表 1-7 大陸夏熱冬冷地區傳熱與遮陽係數限值	14
表 1-8 大陸夏熱冬暖地區傳熱與遮陽係數限值	14
表 1-9 台灣提升建築物節約能源指標管制效益草案（外殼節能）	16
表 2-1 塑鋼窗與鋁窗基本性能比較	17
表 2-2 集合住宅案例一：中和摩天 41 層大樓	20
表 2-3 集合住宅案例二：新店達觀鎮	21
表 2-4 集合住宅案例三：黎明清境	22
表 2-5 公共建築案例一：國立台灣科技大學台灣建築科技中心新建工程	23
表 2-6 公共建築案例二：華亞科技園區一期、二期	24
表 3-1 塑鋼窗熱流量計算表	31
表 3-2 鋁窗熱流量計算表	31
表 3-3 台灣地區建築物常見立面開窗率	40

表 3-4 立面開窗率 < 0.1 ($U \leq 6.5$) (塑鋼窗與鋁窗 U 值比較).....	41
表 3-5 $0.2 \geq$ 立面開窗率 ≥ 0.1 ($U \leq 5.2$) (塑鋼窗與鋁窗 U 值比較)....	42
表 3-6 $0.3 \geq$ 立面開窗率 ≥ 0.2 ($U \leq 4.7$) (塑鋼窗與鋁窗 U 值比較) ...	43
表 3-7 $0.4 \geq$ 立面開窗率 > 0.3 ($U \leq 3.5$) (塑鋼窗與鋁窗 U 值比較) ...	44
表 3-8 $0.5 \geq$ 立面開窗率 ≥ 0.4 ($U \leq 3$) (塑鋼窗與鋁窗 U 值比較).....	45
表 3-9 立面開窗率 > 0.5 ($U \leq 2.7$) (塑鋼窗與鋁窗 U 值比較).. ..	46
表 3-10 各類玻璃市售價格表.....	48
表 4-1 本研究 6 種窗型建材生產過程 CO2 排放量一欄表.....	53

圖目錄

圖 1-1 低碳家園期程	2
圖 1-2 低碳社區工作目標	2
圖 1-3 七面向具體減碳措施	5
圖 1-4 低碳社居推廣範疇	6
圖 3-1 門窗部位耗能比例（日本塑料窗工業會）	27
圖 3-2 NW08 塑鋼推開窗縱向及橫向斷面圖	28
圖 3-3 鋁推開窗縱向及橫向斷面圖	29
圖 3-4 塑鋼框與鋁框搭配不同玻璃之熱得分析	39
圖 4-1 研究流程圖	52
圖 4-2 本研究 6 種窗型建材生產過程 CO ₂ 排放量比較表	56
圖 5-1 計畫工作流程圖	59
圖 5-2 南亞嘉義新港廠 PVC 押出作業流程圖	60
圖 5-3 南亞塑膠於嘉義新港廠之 PVC 廢棄物回收作業流程圖	62
圖 5-4 塑鋼窗框回收處理流程	63
圖 5-5 塑鋼框回收現場照片（名晟經銷商）	64
圖 5-6 塑鋼框回收現場照片（塑恆經銷商）	65
圖 5-7 南亞 PVC 塑鋼窗再利用成品	67

第一章 緒論

1.1 前言

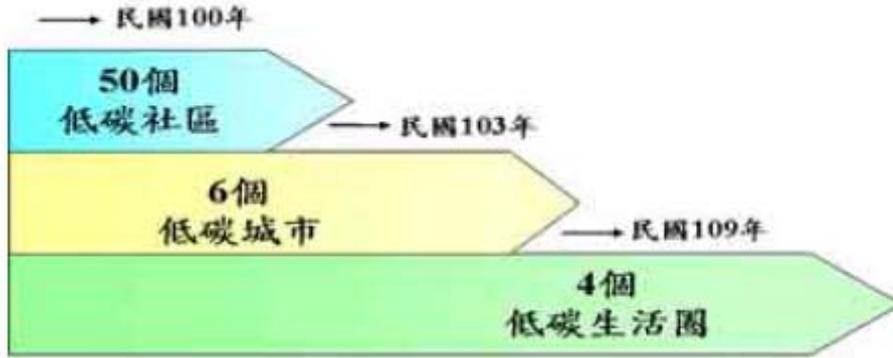
因應全球暖化及氣候變遷對地球環境造成重大影響，加上化石能源日益短缺，近年來世界各國無不投入資源及人力，積極開發低碳排放及再生能源技術，並推展各種減碳措施，希望有效減緩溫室效應氣體對生態環境之衝擊。呼應全球資源永續利用及節能減碳趨勢，我國於98 年全國能源會議決議推動台灣邁向「低碳家園」新願景，期望以低碳社區建構為基礎，結合民間資源及力量，逐步發展低碳城市及低碳生活圈，加速達到低碳家園與永續社會之願景。

1.1.2 行政院環保署推動「低碳城市推動方案」

依據98 年全國能源會議決議，行政院賦予環保署規劃推動「低碳城市推動方案」任務，辦理構築低碳樂活家園旗艦整合方案，整合地方政府推動減碳城鎮，擬訂10 年「打造低碳家園」具體建構時程：

- 一、 未來2 年（100 年）每縣市完成2 個低碳示範社區，共計50個。
- 二、 未來5 年（103 年）推動6 個低碳城市。
- 三、 2020 年（109 年）完成北、中、南、東 4 個生活圈。

〈資料來源：行政院環境保護衛生署〉



1.

圖 1-1 低碳家園期程

〈資料來源：行政院環境保護衛生署〉

1.3 「低碳社區」計畫目標

環保署99-100年執行「低碳社區推動專案工作計畫」，主要工作目標如圖1-2。



圖 1-2 低碳社區工作目標

〈資料來源：行政院環境保護衛生署〉

1.1.4 「低碳社區」執行措施

擬定七面向具體減碳措施，供縣市政府遴選推薦低碳示範社區之依據，並配合各社區特點，因地制宜採行適合的單項或整合性低碳措施。主要包括：

- （一）再生能源：考量自然環境特色及潛力，積極開發各種無匱乏之虞，且不會產生碳排放的再生能源，結合「再生能源發展條例」優惠措施，提供發展低碳產業經濟機會。主要項目包括太陽能光電、太陽能熱水器、中小型風力機、生質能等。
- （二）節約能源：使用低耗電、高能源效率的照明燈具、家電、空調，減少不必要照明時間；裝設智慧型電表、時間控制器監控管理用電，提升能源使用效率；有效管理能源使用，達到節流效果。
- （三）綠色運輸：完備公共運輸系統及交通管理措施；推廣使用油電混合車、電動車低污染運載具，並加強建構電動車輛電池交換及充電系統；提升液化石油氣、生質柴油或酒精清潔燃料使用；營造低碳交通環境，串聯建構自行車道網絡及租借、接駁系統，規劃舒適步行空間；推廣社區共乘機制，減少私人車輛使用。

- （四）資源循環：推動廢棄物源頭減量，廢棄資源回收、再使用與再利用；使用節水、省水設備，規劃雨水截留、集流、貯留系統，鼓勵生活雜排水回收，作為沖洗廁所、洗車、花木澆灌再利用。在農村型社區部分，則同時推廣豬廁所資源轉化綠能模式經營建構：安置在豬圈角落豬廁所的柵欄，是具省水、資源再利用並可提高育成率的「豬廁所」養豬方式，其可有效收集95%豬糞尿，不僅節省污水操作費用、避免河川污染；回收豬糞尿進行沼氣再利用、減低溫室效應，以及有機糞肥再使用，亦可減低農田土壤酸化等優點之綠能養豬策略。
- （五）低碳建築：以「節能建築」理念，利用優良、科學化建築節能設計，善用自然光線及通風設計，減少建築物內照明及空調耗電；使用耐久、可再生、可拆除組裝建材及低耗能建材，減少建築廢棄物，以建構節能、減廢、健康的建築物，達到節地、節能、節水及節材目標。
- （六）環境綠化：推廣社區種樹、綠籬、花園綠美化。
- （七）低碳生活：經由食、衣、住、行、育、樂生活化節能減碳行為，落實減碳無悔措施，逐漸養成低碳生活習慣，回歸關懷環境、低碳樂活生活方式。



圖 1-3 七面向具體減碳措施

〈資料來源：行政院環境保護衛生署〉

1.1.5 「低碳社區」推廣發展

各縣市完成低碳示範社區建構後，期望以此經驗作為基礎，循序漸進並持續提升低碳措施，使都會、鄉村及偏遠地區等均可發展為因地制宜、不同型態之低碳社區；並利用低碳示範社區自發性複製成長，而將各社區串聯結合，逐步擴展至週邊社區與鄉鎮，營造發展為低碳城市契機，再擴大應用至縣市全部範圍，進而形成低碳生活圈。

而為加速社區自發性複製成長，低碳示範社區建構執行之經驗、成果，針對都會、鄉村及偏遠地區等不同型態編撰低碳社區建構範本手冊，以供後續地方政府建構低碳社區推廣應用。

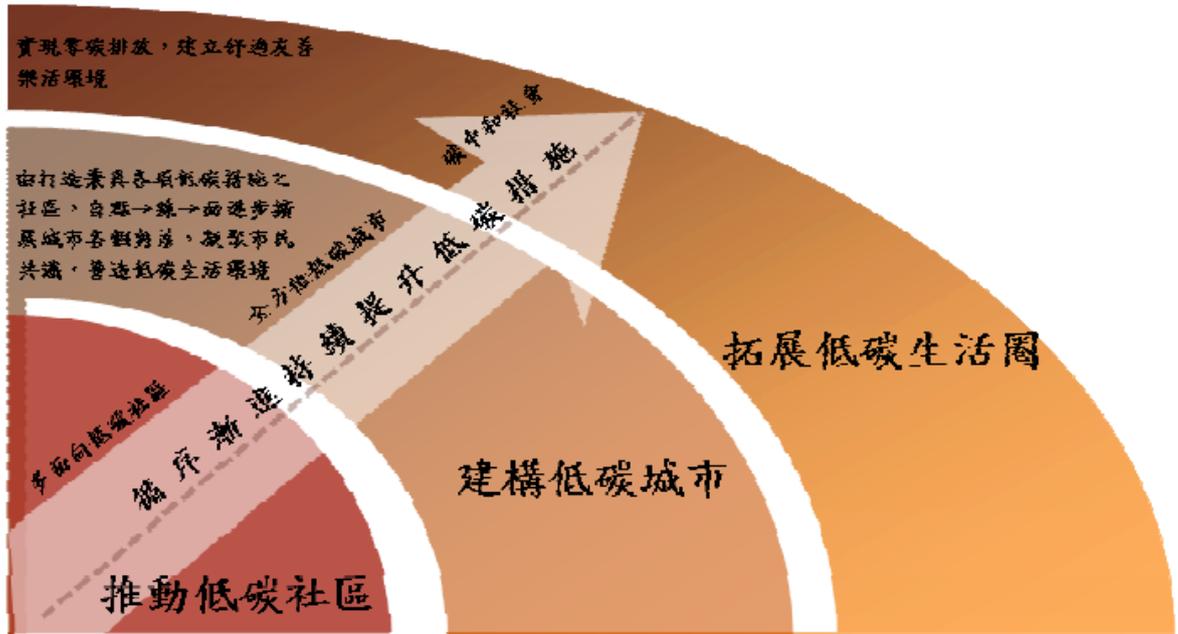


圖 1-4 低碳社居推廣範疇

〈資料來源：行政院環境保護衛生署〉

1.1.6 小結

因應行政院環保署推動「低碳城市推動方案」任務，打造「低碳家園」計畫，日勝生活科技股份有限公司為配合政府節能減碳政策，因此計畫於「板橋浮洲合宜住宅」進行多項減碳技術之應用，進而達到低碳建築甚至零碳建築之高標準，以落實企業精神及回饋社會之責任。

窗戶是外殼節能重要之一環，如何符合政府政策及相關節能法令，探討「塑鋼窗」與「鋁窗」兩者之節能減碳差異，是本計畫書主要闡述之目標。

1.2 世界各國節能窗之標章與法規發展

現今世界各國為了解決氣候變遷與地球暖化問題，皆投注大量人力與物力進行解決之道的研究發展。由於建築能耗佔一個國家的全國總能耗的比例相當大，例如美國的建築能耗大約佔美國總能耗 40%，台灣大約為 30%，中國大約 25%。因此，降低建築能耗與都市熱島效應之策略已成為全世界關注的重點。對於降低建築能耗之策略除了提高建築設備的能源使用效率（例如：使用高能源效率的空調、照明設備等）外，另一發展重點為降低建築外殼能耗。降低建築外殼能耗的方法大約可分為使用高性能隔熱建材與開口部外遮陽設計。其中高性能隔熱建材之廣泛使用對於建材產業發展具有相當大的幫助。

目前在台灣的綠建材標章中僅在高性能的隔音與節能玻璃兩項與窗戶有關，其中有 16 項隔音窗以及 3 項節能玻璃通過標章。因著政府相關部門在綠建材標章法令與推行之努力，致使隔音窗之普及率提升。然而，即便現今窗戶材料應用與設計在隔音與節能上已較過去優越，但是為了能降低建築物的能耗而達到淨零能耗建築(Net Zero Energy Building, NZEB)之目標，研究更節能且對環境永續之窗戶的發展是必要的。

窗戶在建築物節能的影響上可區分為遮陽效能與隔熱效能兩方面。所謂遮陽效能係指玻璃阻擋太陽輻射進入室內之部分，其評估指標為日射取得係數(Solar Heat Gain Coefficient, SHGC)。隔熱效能是指

熱能經熱傳導、對流方式穿透窗戶進入室內之部分，其評估指標為熱穿透係數-U 值。另外，玻璃的可見光穿透率亦是影響建築物能源消耗的主要參數。對於常年都有冷房負載的台灣而言，SHGC 是影響建築耗能最重要的參數；較低的 SHGC 代表越能抵擋太陽熱能進入室內，有效降低空調能源消耗。窗戶建材對於建築物節能影響之評估，世界各國（如美國、德國、日本與大陸）亦清楚明訂節能門窗的法規和規範。以美國為例，美國自第一次能源危機後即正視建築物能耗問題，在 1988 年訂定國際能源管理法(IECC)，揭示建築物有效利用能源之設計、建造標準以及規範建築物的建材與設備能耗與效率。有關節能門窗的相關規範在 IECC 第 303.1.3 條款中要求，門窗產品必須依照 NFRC 100 與 NFRC 200 規範測試門窗產品的 U 值與 SHGC 值。並且在第 402.1.1 條款中將美國區分為 8 個不同氣候分區，依照建築物外殼、門窗、天窗、天花板等構件，規定門窗產品的標示性能必須相關的節能性能要求。表 1 為各國窗戶之隔熱性能規範

除了上述世界各國窗戶之法規外，目前美國[1]、英國[2]、澳洲、歐盟[3]各國以及台灣[4]均設有相關節能標章（詳見表 2）獎勵消費者多使用此類節能窗戶或玻璃以節省能源。美國、加拿大以及台灣的節能標章是屬於認證標章(Endorsement label)，英國、歐盟與澳洲的節能標章是屬於分級標章(Comparative label)，另外如美國 NFRC 的節能門窗認證制度則為性能標章(Informative label)，僅提供受測門窗建材相關之性能數據。再者，目前美

國能源之星、英國以及日本各國政府均有提供獎勵措施，獎勵消費者多使用隔熱建材以節省能源。例如：日本在 2009 年推行住宅 eco-point 措施[5]，透過補助方式獎勵消費者能對新建或既有建築物改造採用包含隔熱建材、節能門窗等 6 項建材。美國在 2009 年提出的「美國復甦與再投資法案」(American Recovery and Reinvestment Act of 2009, ARRA) 中規定在 2009~2010 年間一般民眾購買經過能源之星認證之節能門窗等設備可獲得產品售價 30%(最高 1500 美元)補助。

表 1-1 各國窗戶 U 值之規範

國家	窗戶 U 值規範	國家	窗戶 U 值規範
瑞典（南部）	2.0	日本（東京）	6.5
德國	1.5	中國（北京）	2.8
英國	3.3	中國（上海）	4.7
加拿大	2.86	中國（廣州）	6.5
美國（邁阿密）	3.8	台灣	-

表 1-2 各國節能窗（玻璃）評定制度

國家	標章名稱	評定等級
美國	Energy Star	核定標章
歐盟	European Window Energy Rating System (EWERS)	A-G 七等級
英國	BFRC Rating System	A-G 七等級
加拿大	Canadian Energy Star	核定標章
澳洲	Window Energy Rating Scheme (WERS)	0~10 顆星（級距：半顆星） <ul style="list-style-type: none"> ■ Heating Star ■ Cooling Star
紐西蘭	Window Efficiency Rating System (WERS)	0~5 顆星（級距：半顆星） <ul style="list-style-type: none"> ■ Heating Star ■ Cooling Star
台灣	高性能節能玻璃綠建材	核定標章

1.3 大陸地區窗戶節能法規

大陸地區各省分依所在緯度及氣候條件不同而區分為五大氣候分區，如下表所示。

表 1-3 大陸主要城市所處氣候分區

氣候分區	代表性城市
嚴寒地區 A 區	海倫、博克圖、伊春、呼瑪、海拉爾、滿洲里、齊齊哈爾、富錦、哈爾濱、牡丹江、克拉瑪依、佳木斯、安達
嚴寒地區 B 區	長春、烏魯木齊、延吉、通遼、通化、四平、呼和浩特、撫順、大柴旦、沈陽、大同、本溪、阜新、哈密、鞍山、張家口、酒泉、伊寧、吐魯番、西寧、銀川、丹東
寒冷地區	蘭州、太原、唐山、阿爾山、喀什、北京、天津、大連、陽泉、平涼、石家莊、德州、普城、天水、西安、拉薩、康定、濟南、青島、安陽、鄭州、洛陽、保雞、徐州
夏熱冬冷地區	南京、蚌埠、鹽城、南通、合肥、安慶、九江、武漢、黃石、岳陽、漢中、安康、上海、杭州、寧波、宜昌、長沙、南昌、株洲、永洲、贛州、韶關、桂林、重慶、達縣、萬州、涪陵、南充、宜賓、成都、貴陽、遵義、凱里、綿陽
夏熱冬暖地區	福州、莆田、龍岩、梅州、興寧、英德、河池、柳州、賀州、泉州、廈門、廣州、深圳、湛江、汕頭、海口、南寧、北海、梧州

各氣候分區之窗戶節能規定如下列各表所示；

表 1-4 嚴寒地區 A 區傳熱係數限值

圍護結構部位	體形係數 ≤ 0.3	$0.3 < \text{體形係數} \leq 0.4$	
	傳熱係數 k $W/(m^2 \cdot k)$	傳熱係數 k $W/(m^2 \cdot k)$	
屋面	≤ 0.35	≤ 0.36	
外牆（包括非透明幕牆）	≤ 0.45	≤ 0.40	
底面接觸室外空氣的架空或外挑樓板	≤ 0.45	≤ 0.40	
非採暖房間與採暖房間的隔牆或樓板	≤ 0.6	≤ 0.6	
單一朝向 向外窗 （包括透明幕牆）	窗牆面積比 ≤ 0.2	≤ 3.0	≤ 2.7
	$0.2 < \text{窗牆面積比} \leq 0.3$	≤ 2.8	≤ 2.5
	$0.3 < \text{窗牆面積比} \leq 0.4$	≤ 2.5	≤ 2.2

	$0.4 < \text{窗牆面積比} \leq 0.5$	≤ 2.0	≤ 1.7
	$0.5 < \text{窗牆面積比} \leq 0.7$	≤ 1.7	≤ 1.5
屋頂透明部分		≤ 2.5	

表 1-5 嚴寒地區 B 區傳熱係數限值

圍護結構部位	體形係數 ≤ 0.3 傳熱係數 k $W/(m^2 \cdot k)$	$0.3 < \text{體形係數} \leq 0.4$ 傳熱係數 k $W/(m^2 \cdot k)$
屋面	≤ 0.45	≤ 0.35
外牆（包括非透明幕牆）	≤ 0.50	≤ 0.45
底面接觸室外空氣的架空或外挑樓板	≤ 0.50	≤ 0.45

圍護結構部位	體形係數 ≤ 0.3 傳熱係數 k $W/(m^2 \cdot k)$	$0.3 < \text{體形係數} \leq 0.4$ 傳熱係數 k $W/(m^2 \cdot k)$	
非採暖房間與採暖房間的隔牆或樓板	≤ 0.8	≤ 0.8	
單一朝 向外窗 (包括透 明幕牆)	窗牆面積比 ≤ 0.2	≤ 3.2	≤ 2.8
	$0.2 < \text{窗牆面積比} \leq 0.3$	≤ 2.9	≤ 2.5
	$0.3 < \text{窗牆面積比} \leq 0.4$	≤ 2.6	≤ 2.2
	$0.4 < \text{窗牆面積比} \leq 0.5$	≤ 2.1	≤ 1.8
	$0.5 < \text{窗牆面積比} \leq 0.7$	≤ 1.8	≤ 1.6
屋頂透明部分	≤ 2.6		

表 1-6 寒冷地區傳熱與遮陽係數限值

圍護結構部位		體形系數 ≤ 0.3 傳熱系數 k W/(m ² .k)	0.3 < 體形系數 ≤ 0.4 傳熱系數 k W/(m ² .k)		
屋面		≤ 0.55	≤ 0.45		
外牆（包括非透明幕牆）		≤ 0.60	≤ 0.50		
底面接觸室外空氣的架空或外挑樓板		≤ 0.60	≤ 0.50		
非採暖房間與採暖房間的隔牆或樓板		≤ 1.5	≤ 1.5		
外牆（包括透明幕牆）		傳熱系數 k W/(m ² .k)	遮陽系數 SC (東、南、 西 向/北 向)	傳熱系數 k W/(m ² .k)	遮陽系數 SC (東、南、 西 向/北 向)
單一朝 向外窗 (包括透 明幕牆)	窗牆面積比 ≤ 0.2	≤ 3.5	—	≤ 3.0	—
	0.2 < 窗牆面積比 ≤ 0.3	≤ 3.0	—	≤ 2.5	—
	0.3 < 窗牆面積比 ≤ 0.4	≤ 2.7	\leq 0.70/—	≤ 2.3	\leq 0.70/—
	0.4 < 窗牆面積比 ≤ 0.5	≤ 2.3	\leq 0.60/—	≤ 2.0	\leq 0.60/—
	0.5 < 窗牆面積比 ≤ 0.7	≤ 2.0	\leq 0.50/—	≤ 1.8	\leq 0.50/—
屋頂透明部分		≤ 2.7	≤ 50	≤ 2.7	≤ 50
註:有外遮陽時,遮陽系數=玻璃的遮陽系數*外遮陽的遮陽系數;無外遮陽時, 遮陽系數=玻璃的遮陽系數。					

表 1-7 夏熱冬冷地區傳熱與遮陽係數限值

圍護結構部位		傳熱係數 k W/(m ² .k)	
屋面		≤0.70	
外牆（包括非透明幕牆）		≤1	
底面接觸室外空氣的架空或外挑樓板		≤1	
外牆（包括透明幕牆）		傳熱係數 k W/(m ² .k)	遮陽係數 SC (東、南、西 向/ 北向)
單一朝 向外窗 (包括透 明幕牆)	窗牆面積比 ≤0.2	≤4.7	—
	0.2 < 窗牆面積比 ≤0.3	≤3.5	≤0.55/---
	0.3 < 窗牆面積比 ≤0.4	≤3.0	≤0.50/0.60
	0.4 < 窗牆面積比 ≤0.5	≤2.8	≤0.45/0.55
	0.5 < 窗牆面積比 ≤0.7	≤2.5	≤0.40/0.50
屋頂透明部分		≤3.0	≤0.40
注:有外遮陽時,遮陽係數=玻璃的遮陽係數*外遮陽的遮陽係數;無外遮陽時, 遮陽係數=玻璃的遮陽係數。			

表 1-8 夏熱冬暖地區傳熱與遮陽係數限值

圍護結構部位		傳熱係數 k W/(m ² .k)	
屋面		≤0.90	
外牆（包括非透明幕牆）		≤1.5	
底面接觸室外空氣的架空或外挑樓板		≤1.5	
外牆（包括透明幕牆）		傳熱係數 k W/(m ² .k)	遮陽係數 SC (東、南、西 向/ 北向)
單一朝 向外窗	窗牆面積比 ≤0.2	≤6.5	—
	0.2 < 窗牆面積比 ≤0.3	≤4.7	≤0.50/0.60

(包括透明幕牆)	$0.3 < \text{窗牆面積比} \leq 0.4$	≤ 3.5	$\leq 0.45/0.55$
	$0.4 < \text{窗牆面積比} \leq 0.5$	≤ 3.0	$\leq 0.40/0.50$
	$0.5 < \text{窗牆面積比} \leq 0.7$	≤ 3.0	$\leq 0.35/0.45$
屋頂透明部分		≤ 3.5	≤ 0.35
註:有外遮陽時, 遮陽系數=玻璃的遮陽系數*外遮陽的遮陽系數; 無外遮陽時, 遮陽系數=玻璃的遮陽系數。			

1.4 台灣地區建築節能法規

從上述之各國有關窗戶部位的節能法規與推動政策可知，目前台灣僅在高性能節能玻璃綠建材標章中列出節能玻璃之評定基準，對於窗戶部位之隔熱與遮陽性能並未有相關規範。有鑑於此，台灣於2011年由內政部營建署研擬「提升建築物節約能源指標管制效益草案」，針對建築外殼節能法規修訂內容草案，且預定於2012年通過。其中在「外殼節能評定基準」中外殼平均熱傳透率U值由原3.5修正至2.0；而窗戶節能性能之規範初步擬定各種立面開窗率範圍之窗平均熱傳透率U值與遮陽係數。其中窗部位平均熱傳透率U值與立面開窗率有關，即開窗率越大，窗平均熱傳透率U值需越低(窗框+玻璃)，反之亦然。另一方面，由於窗框的隔熱有助於節能，為了考慮窗框的隔熱性能，以窗框+玻璃的加權熱傳透率代表平窗部位平均熱傳透率，其計算如下：

窗部位平均熱傳透率 U 值=玻璃的 U 值 x0.8+窗框的 U 值 x0.2

表 1-9 台灣提升建築物節約能源指標管制效益草案（外殼節能）

	外牆平均熱傳透率基準值 (W/(m ² .K))	立面開窗率 > 0.5		0.5 ≥ 立面開窗率 ≥ 0.4		0.4 ≥ 立面開窗率 ≥ 0.3		0.3 ≥ 立面開窗率 ≥ 0.2		0.2 ≥ 立面開窗率 ≥ 0.10		立面開窗率 < 0.10	
		窗平均熱傳透率* ¹	窗平均遮陽係數* ²										
住宿類建築	2.0	----	----	3.0	0.15	3.5	0.25	4.7	0.35	5.2	0.45	6.5	0.55
其他各類建築	2.0	2.7	0.20	3.0	0.30	3.5	0.40	4.7	0.50	5.2	0.55	6.5	0.60

註1：窗平均熱傳透率6.5為普通玻璃、4.7為膠合玻璃、3.0為乾燥空氣中空玻璃、2.5為惰性空氣中空玻璃
 註2：窗在無外遮陽之下，平均遮陽效率即為日射透過率 η ，0.6為6mm綠色單層玻璃，0.3為雙銀Low-E玻璃；但採用外遮陽，則可以放寬玻璃日射透過率 η 之要求

由上述先進國家對於建築外殼及窗戶節能之法規文獻可知，降低建築外殼耗能量，已列為各國節能法規積極落實之政策，台灣身為地球公民，亦無法置身事外，因此窗戶節能效益實為必須重視之課題。

第二章 塑鋼窗與鋁窗簡介

窗戶是建築物與大自然間的橋樑，透過窗戶，人們可以獲得新鮮的空氣和陽光，遠離煩囂和污染的環境。窗戶的種類眾多，在台灣地區，目前常見者為「塑鋼窗」以及「鋁窗」兩種，下述針對這兩者之性能作一說明。

2.1 塑鋼窗與鋁窗基本性能

表 2-1 塑鋼窗與鋁窗基本性能比較

比較項目	塑鋼窗	鋁金屬窗
隔音性	採特殊結構設計，內部隔成數個小空間，隔音效果佳。並且榮獲內政部建築研究所頒發高性能「綠建材標章」證書，隔音性達 35db 以上。隔音效果約為一般鋁窗之 1.7 倍，且絕無笛音。新窗型可裝兩層玻璃，隔音性可再提 10dB。	鋁擠型僅約 20%為空心料，其餘實心料；鋁窗隔音效果約為 15dB，且噪音大或強風時有笛音擾人，僅新型氣密窗效果可達 25dB。
氣密性	有 $2\text{m}^3/\text{hrm}^2$ 、 $8\text{m}^3/\text{hrm}^2$ 兩級、至少達 $8\text{m}^3/\text{hrm}^2$ ，平均優於鋁窗近 2 倍，採用塑鋼窗，冷氣費用可節省 30%以上。	有 $2\text{m}^3/\text{hrm}^2$ 、 $8\text{m}^3/\text{hrm}^2$ 、 $15\text{m}^3/\text{hrm}^2$ 等三級，其間差異達 7.5 倍，一般僅達 $15\text{m}^3/\text{hrm}^2$ 級，僅新型氣密窗可達 $2\text{m}^3/\text{hrm}^2$ 以下
水密性	a 有 $35\text{kgf}/\text{m}^2$ 、 $50\text{kgf}/\text{m}^2$ 兩級，平均優於鋁窗約 2.3 倍。 b 框材採用熔接，永不漏水。	a 有 $15\text{kgf}/\text{m}^2$ 、 $25\text{kgf}/\text{m}^2$ 、 $35\text{kgf}/\text{m}^2$ 、 $50\text{kgf}/\text{m}^2$ 共四級，差異達 3.3 倍，一般僅達 $25\text{kgf}/\text{m}^2$ 。 b 橫直料採用防水膠布，下邊兩角落易滲水。
耐風壓	a 抗風壓為 $240\text{kg}/\text{m}^2$ 以上，可配合設計，作超過 $360\text{kg}/\text{m}^2$ (已獲正字標記) 以上之設計。 b 生產一貫作業，已獲 ASTM(美)及 ISO(歐)等國際水準，極具高級感。	a 可分五級：160、200、240、300、 $360\text{kg}/\text{m}^2$ 。 b 多無一貫生產設備，有關合金、料厚、五金、熱處理、加工精度、陽極處理及品管等，均漫無標準，差異極大，易於魚目混珠，僅㊟及 ISO 廠商為具售後服務保障之廠商。
腐蝕性	a 不怕酸、鹼、鹽及化學藥品(包括阿摩尼亞)與工廠廢氣之侵蝕，為半永久性窗材。 b 框材皆為透心，絕不腐蝕。	a 易受硫酸、鹽酸及空氣中鹽分與任何化學藥品(包括阿摩尼亞)與廢氣之影響及銹蝕。僅氟碳烤漆產品，耐用年限可達 20 年。 b 加工切口易銹蝕。
耐候性	不同於一般 PVC，具防紫外線及耐候改質劑等配方，為半永久性之材質。	易受空氣中之水份、雜質及化學藥品之影響起氧化作用(銹蝕)，僅氟碳烤漆產品表面較穩定。
綠建材標章	南亞塑鋼窗榮獲內政部建築研究所頒發高性能防音「綠建材標章」證書。	各類廠牌需個別申請

比較項目	塑鋼窗	鋁金屬窗
五金	無論水平、垂直及進出面均可調整，屬立體性調整，減低工地交屋困難。且外表美觀，甚具價值感，新窗型採高低階及內拆式設計，甚具實用性及價值感。	只有大廠高級窗型可做少部調整，一般加工廠皆無法適度調整。
外觀光澤	塑鋼框材為透心押出，無需表面處理，且品質一致，毫無顧慮。	鋁材表面一般為陽極處理，若處理不佳或表面擦傷，易起氧化黑斑，且膜厚較薄損傷不易補救，表面處理之好與壞，成本相差達 4 倍，僅氟碳烤漆較良好。
保養方式	幾乎不必保養，髒汙時可用任何清潔劑清洗，簡單而效果顯著。	需用 50%中性洗潔液清洗，且不得使用一般清潔劑，否則表面受損，臨海地區需每月清洗一次。
防火性	根據 DIN 4102 所列塑鋼窗所使用之材料為優良之絕火材料，不自燃、不助燃、能自熄，使用安全高。	
保固期限	南亞原廠保固期限可達十年。	期限一年。
碳排放量	塑鋼單位重擠型材二氧化碳排放量約為鋁材之 1/9。	鋁窗於生產、製造加工過程中，二氧化碳排放量約為塑鋼之 3.5 倍。
節能隔熱	塑鋼窗的隔熱性能佳，熱傳透率 U 值低，為 $1.4 \text{ w/m}^2 \cdot \text{k}$ ，遠低於現行法令標準之 3.5。	鋁金屬窗的熱傳透率 U 值大，為 $3.4 \text{ w/m}^2 \cdot \text{k}$ 。
熱傳導係數	塑鋼窗的熱傳導係數 k 值低，為 0.14，表面不會產生結露現象。	鋁金屬窗的熱傳導係數 k 值高，為 175，為鋁窗之 1250 倍，表面會產生結露現象。
空調節能	以一般 30 坪的建築單元推估計算可知，在夏季 6 月~9 月的四個月中，每天用電 8 小時的情況下，用電量為 611 度，大約可節省約 2,200 元，塑鋼窗較金屬框可節省 8-14%空調運轉支出。	
回收再利用	採用樹脂材質，安全、無毒，而且可以 100%回收再利用；同時在生產過程中可有效降低 CO2 排放量達七成以上，大量地減輕了環境負擔。	

2.2 塑鋼窗與鋁窗建材完成後耐用性（使用年限）

由上述比較表可知塑鋼窗的材質為硬質聚氯乙烯（U-PVC）材質，為半永久性建材，若無地震或其它天災影響時，耐用年限可與建築物生命週期相同（一般建物約 40 年），且因材質特殊皆可適用於任何地形與氣候條件之建築物，具有絕佳之耐後性與長使用年限之特點。

南亞塑鋼窗在五金部分也以「永久保固」作為對客戶之用後服務。

鋁窗為鋁合金材質，在耐候性能上，若採電鍍處理時，使用上經過 5 至 10 年的日曬雨淋就會在表面產生鏽蝕氧化物，但對鋁合金本身不會造成強度上傷害，不過卻會影響到美觀，且陽極處理在顏色的選擇也較少；在氣候含酸鹼鹽分較多的地域下，容易產生鏽蝕及氧化現象。

2.3 塑鋼窗相關案例介紹

表 2-3~表 2-6 建築物資訊為南亞塑鋼窗應用於集合住宅及具代表性公共建築之實際案例。

表 2-2 集合住宅案例一：中和摩天 41 層大樓



【建築物概要】

- 基地所址：新北市中和區景平路 180 號
- 基地面積：700 戶
- 基地樓層：41 電梯大樓
- 開工時間：83 年
- 竣工時間：86 年
- 設計單位：李祖原建築師事務所
- 營造單位：東帝士營造

表 2-3 集合住宅案例二：新店達觀鎮



【建築物概要】

- 基地所址：新北市新店區達觀路達觀社區
- 基地面積：1500 戶
- 基地樓層：11 個社區
- 開工時間：84 年
- 竣工時間：86 年
- 設計單位：李祖原建築師事務所
- 營造單位：東怡營造

表 2-4 集合住宅案例三：新店黎明清境



【建築物概要】

- 基地所址：新北市新店區黎明路
- 基地面積：1800 戶
- 基地樓層：18 層電梯大樓、四層樓雙併別墅
- 開工時間：78 年
- 竣工時間：80 年
- 設計單位：李祖原建築師事務所
- 營造單位：漢陽建設

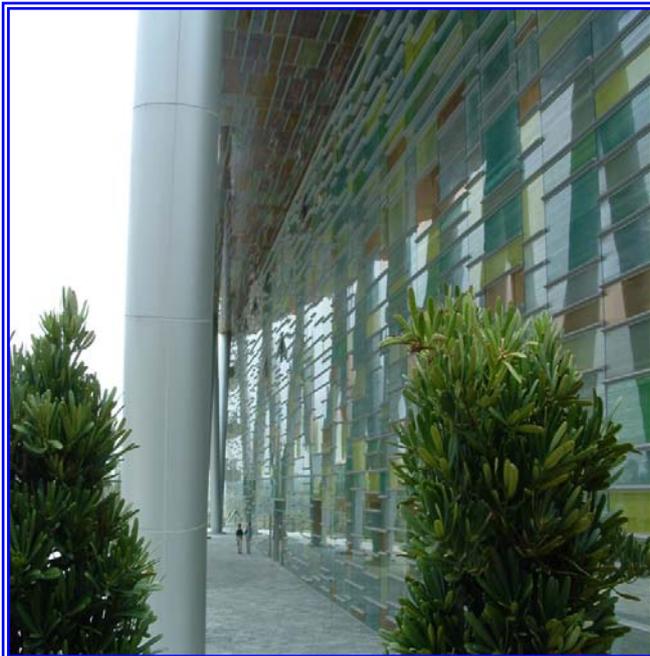
表 2-5 公共建築案例一：國立台灣科技大學台灣建築科技中心新建工程



【建築物概要】

- 基地所址：台北市基隆路四段 43 號
- 基地面積：500M²
- 基地樓層：地下一層、地上九層
- 開工時間：99 年
- 竣工時間：100 年
- 設計單位：陳章安建築師事務所
- 營造單位：三星營造股份有限公司

表 2-6 公共建築案例二：華亞科技園區一期.二期



【建築物概要】

- 基地所址：桃園龜山復興三路
- 基地面積：800M²
- 基地樓層：科技廠房
- 開工時間：92 年
- 竣工時間：96 年
- 設計單位：宗邁建築師事務所
- 營造單位：台塑營建部

第三章 建材使用過程中之節能

3.1 綠建築指標-日常節能

建築物的生命週期長達五、六十年之久，從建材生產、營建運輸、日常使用、維修、拆除等各階段，皆消耗不少的能源，其中尤以長期使用的空調、照明、電梯等日常耗能量佔最大部分。由於空調與照明耗能佔建築物總耗能量中絕大部分，綠建築之「日常節能指標」即以空調及照明耗電為主要評估對象，同時，將「日常節能指標」定義為夏季尖峰時期空調系統與照明系統的綜合耗電效率。

3.1.1 日常節能目的

建築的日常耗能中以空調及照明用電佔了最大比例，在夏日建築物的空調用電比約佔四至五成，而照明用電比高達三至四成，因此從空調與照明上來談論建築節能最有效果。另一方面由於建築物的使用壽命長，其節能的累積效果遠勝於其他工業產品。我們甚至可說，建築節能設計是國家節約能源政策最有潛力的一環。

3.1.2 日常節能法令的實施規則

目前我國的「建築技術規則」中已納入建築節能設計法規。預計實施二十年後至少可降低 16% 的建築空調尖峰用電量，相當於 7% 的全國尖峰用電容量，相當於 2 座的大型火力發電場，或全國所有的水力發電場，或一部大型核能機組。就全年的累積效果而言，每年可節約空調用電量約 46 億

度，約相當可減少七百萬公噸的二氧化碳排放量，可減緩地球氣候溫室化效應，對於地球環保有莫大的貢獻。

3.1.3 日常節能指標與基準

而綠建築的「日常節能指標」的評估，更要求建築外殼耗能的合格基準比現行節能法規約嚴格 20%，由於空調與照明耗能佔建築物總耗能量中絕大部分，此項指標同時也加強對空調設備及照明系統的節能要求，對於建築的節能設計設定更高的目標。主要評估項目為建築物外殼熱負荷比、空調效率比、照明節能比值等，另外對於採用再生能源的比例，評估時提供一定的獎勵係數，以鼓勵再生能源的推廣應用。

3.1.4 日常節能如何達到合格標準

綠建築之「日常節能指標」是以最大耗電部分空調與照明用電的節能設計為重點，並將節能評估重點設定在建築「外殼節能」設計、「空調效率」設計及「照明效率」設計等三大方向。

- 建築外殼節能設計重點包括：建築外殼開窗率、開口部的外遮陽設計、建築物之座向方位、避免全面玻璃帷幕之外殼設計，屋頂的隔熱處理等。
- 空調節能效率設計重點（以中央空調為對象）：建築空間應依空調使用時間實施空調區劃、依據實際熱負荷預測值選用適當適量的空調系統、選用高效率熱源機器。

- 照明節能重點：建築室內牆面及天花板採用明亮設計、採用高效率燈具、盡量採自然採光設計及利用自動晝光節約照明控制系統。

〈資料來源：財團法人台灣建築中心 <http://www.cabc.org.tw>〉

此外 2008 年經濟部能源局-統計年報亦提出窗戶散熱損失為牆體之 5-6 倍。日本塑料窗工業會也提出外殼門窗部位耗能夏季由窗戶進入的熱能損耗約 71%，冬季從窗戶逸散的熱能約 48%，如圖 3-1 所示。

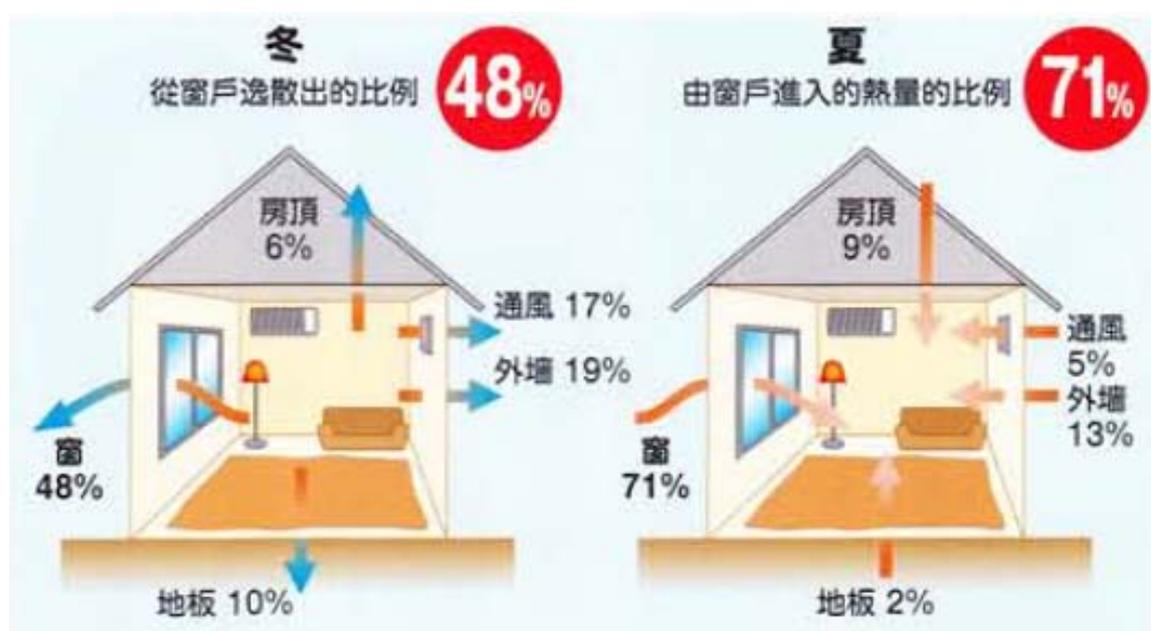


圖 3-1 門窗部位耗能比例（日本塑料窗工業會）

3.1.5 小 結

由上述文獻可知外殼隔熱是節能優先處理的順位，且窗戶隔熱性能與否攸關節能效益與空調耗能，因此窗戶（塑鋼窗與鋁窗）之日常節能性能即是本章探討之重點。

3.2 窗戶（塑鋼窗與鋁窗）隔熱性能研究

依據南亞塑膠公司提供，於 2010 年委託國立成功大學建築系(林憲德教授)，針對塑鋼窗及鋁窗，進行隔熱性能之研究，以探討兩者在節能上之性能差異。

本研究針對塑鋼推開窗與鋁推開窗，於尺寸相同(W:90cm×H:130cm)之情形下，計算夏季兩窗型於室外溫度高於室內 9°C 時，每小時由室外經過窗戶，傳進室內的熱量多寡，藉此比較兩窗型之隔熱性能。本研究僅比較由室內外溫差所造成的熱流量，不計入穿透玻璃的太陽輻射熱量。

3.2.1 塑鋼窗與鋁窗 U-VALUE 及熱流量計算

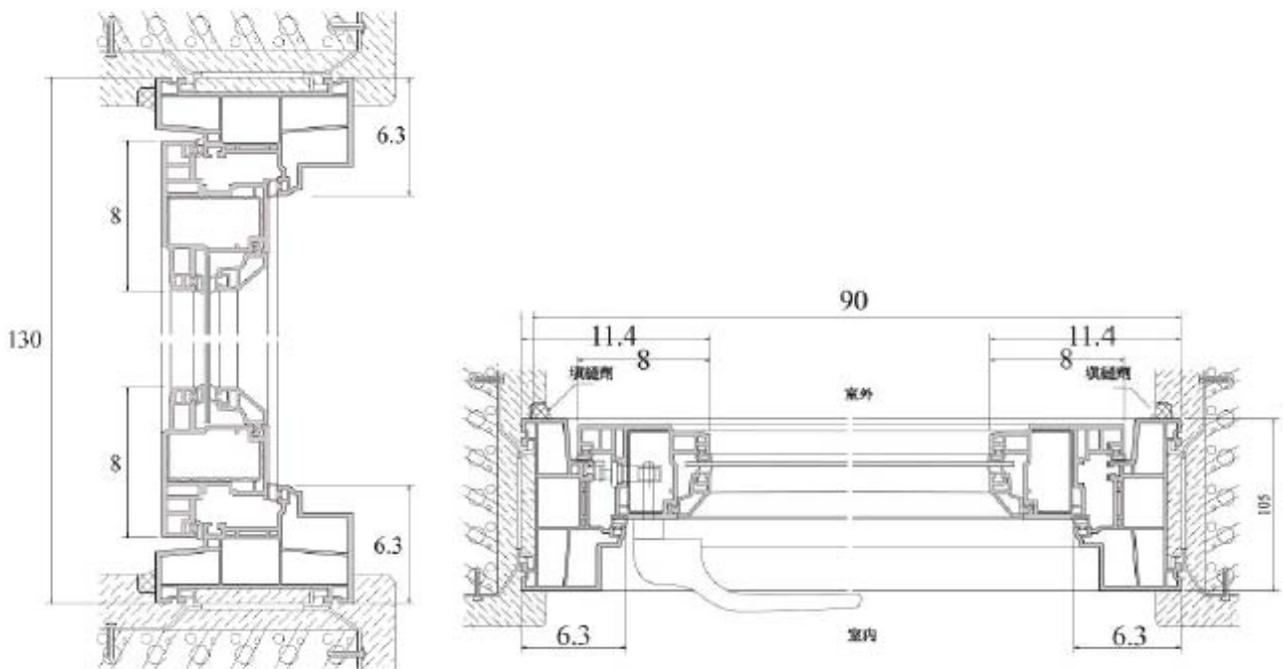


圖3-2 NW08 塑鋼推開窗縱向及橫向斷面圖(單位：公分)

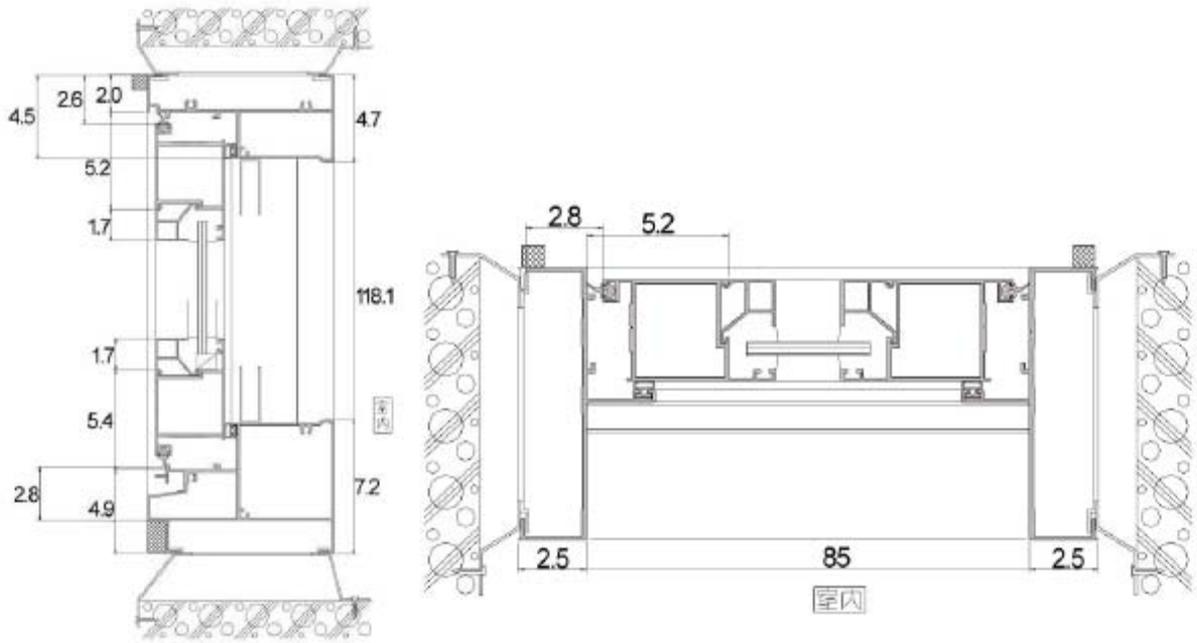


圖3-3 鋁推開窗縱向及橫向斷面圖(單位：公分)

首先計算兩窗型之熱傳透率 U_i 值。熱傳透率 U_i 值的計算依據為「建築節約能源設計技術規範」中所訂之「材料熱傳透率 U_i 值」計算方法，如下式(1)所列：

$$U_i = \frac{1}{1/h_o + \sum (dx/kx) + ra + 1/h_i} \dots\dots\dots(1)$$

其中

U_i ：i 部位之熱傳透率 [W/(m²·K)]

ra ：中空層之熱阻 [m²·K/ W]

h_o ：外表面之熱傳透率(取23) [W/(m²·K)]

h_i ：內表面之熱傳透率(牆面取9.0，屋頂取7.0) [W/(m²·K)]

kx ：i 部位內第x 層材料之熱傳導係數 [W/(m·K)]

d_x ：i 部位內第x 層材料之厚度 [m]

其中，根據「建築節約能源設計技術規範」所列，塑鋼材料之熱傳導係數 k_x 取 $0.036 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 為計；鋁料之熱傳導係數 k_x 則取 $210 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 為計。而擠型材料中常出現的中空層，皆視為密閉中空層，取其熱阻 $0.086 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ 為計。

本研究計算得塑鋼窗框平均熱傳透率 U_i 值為 $1.948 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ；鋁窗框由於上、下、左右框型略有不同，其平均熱傳透率 U_i 值分別為 3.624 、 3.319 、 $3.944 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ 。而玻璃部分，根據「建築節約能源設計技術規範」所列， 5mm 單層玻璃之熱傳透率 U_i 值為 $6.21 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ 。本研究以上述數據計算整個窗戶於在室內外溫差 9°C 時，每小時的由室外傳進室內的熱流量。熱流量之計算依據則依下式(2)所示，計算結果則由下表1、2 所示。

$$\Delta H = U_i \times A_i \times \Delta T \dots\dots\dots (2)$$

其中

ΔH ：單位時間熱流量(W)

U_i ：i 部位之熱傳透率 [$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$]

A_i ：i 部位之面積 (m^2)

ΔT ：i 部位之內外溫差 ($^\circ\text{C}$)

表3-1 塑鋼窗熱流量計算表

部位別	於窗正立面上之 面積(m ²)	熱傳透率 U _i (W/(m ² ·K))	室內外 溫差(°C)	熱流量	
				W/hr	比例
5mm 平板玻璃	0.752 (0.69×0.109)	6.21	9	42.04	86.3%
塑鋼窗框	0.418	1.769	9	6.66	13.7%
總計	1.17(0.9×1.3)	-	9	48.70	100%

表3-2 鋁窗熱流量計算表

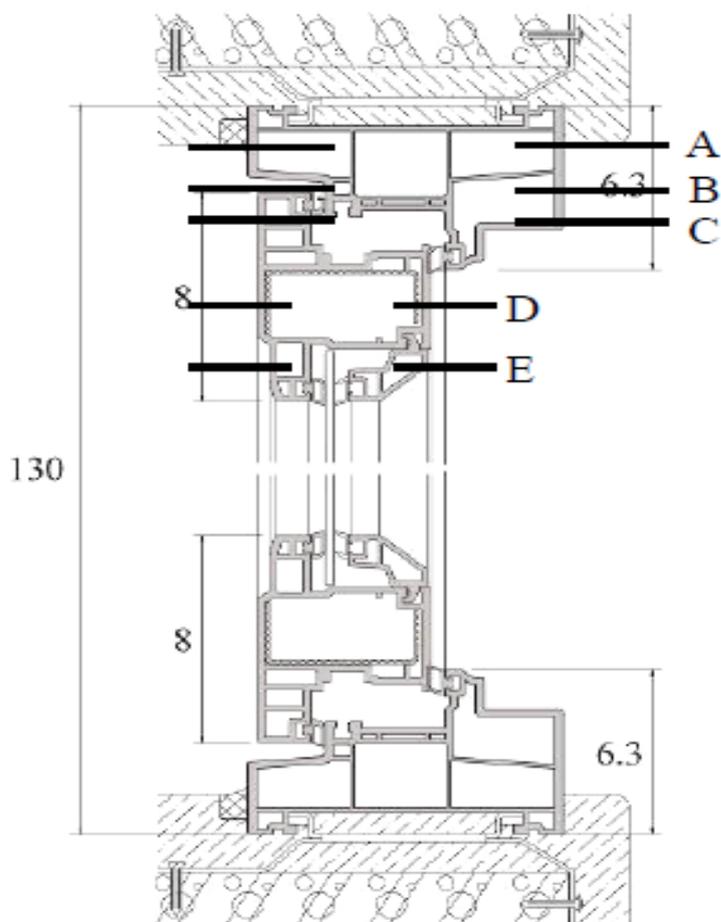
部位別	於窗正立面上之 面積(m ²)	熱傳透率 U _i (W/(m ² ·K))	室內外 溫差(°C)	熱流量	
				W/hr	比例
5mm 平板玻璃	0.788(0.72×0.1095)	6.21	9	43.86	77.4%
上鋁窗框	0.0729	3.624	9	2.38	4.2%
下鋁窗框	0.0932	3.319	9	2.78	4.9%
左右鋁窗框	0.216	3.944	9	7.65	13.5%
總計	1.17(0.9×1.3)	-	9	56.67	100%

以本研究塑鋼窗與鋁窗相較而言，單就窗框論之，在同一室內溫差之情況下，每小時傳透熱量比約為 $6.66 \div (2.38 + 2.78 + 7.65) = 0.52$ ，顯示塑鋼窗框之隔熱性能優於鋁窗框，在室內外溫差相同之情況下，塑鋼窗框每小時傳透進室內之熱流量僅約為鋁窗框的52%。

雖然由窗框部分看來，塑鋼窗框之隔熱性能的確優於鋁窗框約1倍，然而由計算結果顯示，在室內外溫差9°C之情況下，塑鋼窗整體熱流量(48.70 W/hr)僅略小於鋁窗整體熱流量(56.67 W/hr)。造成兩種窗型熱流量差距不大的主因是由於窗戶玻璃部份的熱傳透率大於窗框的熱傳透率，且在窗立面上，玻璃面積亦遠大於窗框面積。因此，以夏季室外溫度高於室內而言，

透過窗戶由室外傳入室內之熱流量中，約有八成左右(77.4%~86.3%)是由窗玻璃傳透進室內，餘下約兩成才由窗框傳透至室內。故相較於鋁窗框而言，同樣大小的窗戶改用塑鋼窗框，僅能減14.1% $((56.67-48.70) \div 56.67=0.141)$ 的熱流量。

3.2.2 塑鋼窗框熱傳導係數 U_i 值計算過程



塑鋼窗-A 斷面計算

材料名稱	材料厚度 d (m)	熱傳導係數 Kx 「w/ (m · k) 」	熱阻 r = d/k (m ² .k/ w)
外氣膜	-	-	0.043
塑鋼	0.0028	0.036	0.078
密閉空氣層	-	-	0.086
塑鋼	0.0015	0.036	0.042
密閉空氣層	-	-	0.086
塑鋼	0.0015	0.036	0.042
密閉空氣層	-	-	0.086
塑鋼	0.0028	0.036	0.078
內氣膜	-	-	0.1111
熱傳透率 Ui w/ (m ² · k)			1.535

塑鋼窗-B 斷面計算

材料名稱	材料厚度 d (m)	熱傳導係數 Kx 「w/ (m · k) 」	熱阻 r = d/k (m ² .k/ w)
外氣膜	-	-	0.043
塑鋼	0.0015	0.036	0.042
密閉空氣層	-	-	0.086
塑鋼	0.0015	0.036	0.042
密閉空氣層	-	-	0.86
塑鋼	0.0028	0.036	0.078
內氣膜	-	-	0.111
熱傳透率 Ui w/ (m ² · k)			2.05

塑鋼窗-C 斷面計算

材料名稱	材料厚度 d (m)	熱傳導係數 Kx 「w/(m·k)」	熱阻 r = d/k (m ² .k/w)
外氣膜	-	-	0.043
塑鋼	0.0028	0.036	0.078
密閉空氣層	-	-	0.086
塑鋼	0.0024	0.036	0.067
密閉空氣層	-	-	0.086
塑鋼	0.0028	0.036	0.078
密閉空氣層	-	-	0.086
塑鋼	0.0028	0.036	0.078
內氣膜	-	-	0.111
熱傳透率 Ui w/(m ² ·k)			1.403

塑鋼窗-D 斷面計算

材料名稱	材料厚度 d (m)	熱傳導係數 Kx 「w/(m·k)」	熱阻 r = d/k (m ² .k/w)
外氣膜	-	-	0.043
塑鋼	0.0028	0.036	0.078
密閉空氣層	-	-	0.086
塑鋼	0.0033	0.036	0.092
內氣膜	-	-	0.111
熱傳透率 Ui w/(m ² ·k)			2.439

材料名稱	材料厚度 d (m)	熱傳導係數 Kx 「w/ (m · k) 」	熱阻 r = d/k (m ² .k/ w)
外氣膜	-	-	0.043478
塑鋼	0.0028	0.036	0.077778
密閉空氣層	-	-	0.086
塑鋼	0.0029	0.036	0.080556
密閉空氣層	-	-	0.086
塑鋼	0.0018	0.036	0.05
密閉空氣層	-	-	0.086
塑鋼	0.0018	0.036	0.05
內氣膜	-	-	0.111111
熱傳透率 Ui w/ (m ² · k)			1.49

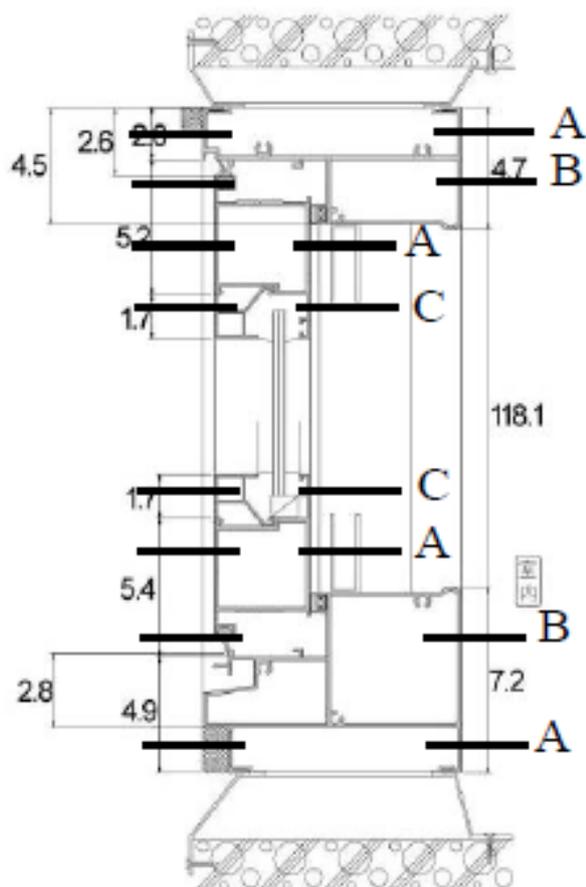
塑鋼窗-E 斷面計算

依照各斷面於窗框正立面上所佔面積比例可計算 塑鋼窗框平均 Ui 值

為： $(18 \times 1.535 + 8.3 \times 2.05 + 28.9 \times 1.403 + 27.8 \times 2.439 + 22 \times 1.49) \div$

$(18 + 8.3 + 28.9 + 27.8 + 22) = 1.769$ (W/(m² · K))

3.2.3 鋁窗框熱傳導係數 U_i 值計算過程



鋁窗-A 斷面計算（上窗框）

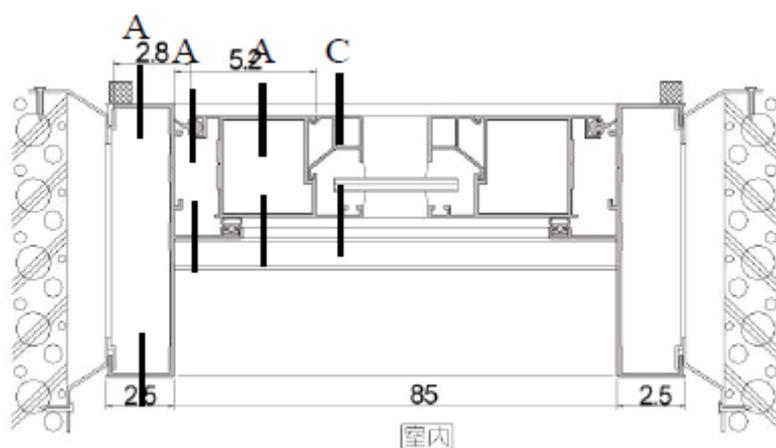
材料名稱	材料厚度 d (m)	熱傳導係數 K_x 「w/ (m · k) 」	熱阻 $r = d/k$ (m ² .k/ w)
外氣膜	-	-	0.043
鋁	0.0014	210	0.000067
密閉空氣層	-	-	0.086
鋁	0.0014	210	0.000067
內氣膜	-	-	0.111
熱傳透率 U_i w/ (m ² · k)			4.156

鋁窗-B 斷面計算

材料名稱	材料厚度 d (m)	熱傳導係數 Kx 「w/ (m·k) 」	熱阻 r = d/k (m ² .k/ w)
外氣膜	-	-	0.043
鋁	0.001	210	0.0000048
密閉空氣層	-	-	0.086
鋁	0.0014	210	0.0000067
密閉空氣層	-	-	0.086
鋁	0.0014	210	0.0000067
內氣膜	-	-	0.111
熱傳透率 Ui w/ (m ² ·k)			3.062

鋁窗-C 斷面計算

材料名稱	材料厚度 d (m)	熱傳導係數 Kx 「w/ (m·k) 」	熱阻 r = d/k (m ² .k/ w)
外氣膜	-	-	0.043
鋁	0.001	210	0.0000067
密閉空氣層	-	-	0.086
鋁	0.001	210	0.0000067
密閉空氣層	-	-	0.086
鋁	0.001	210	0.0000067
內氣膜	-	-	0.1111
熱傳透率 Ui w/ (m ² ·k)			3.062



鋁窗-A 斷面計算

材料名稱	材料厚度 d (m)	熱傳導係數 Kx 「w/ (m · k) 」	熱阻 r = d/k (m ² .k/ w)
外氣膜	-	-	0.043
鋁	0.001	210	0.0000067
密閉空氣層	-	-	0.086
鋁	0.001	210	0.0000067
內氣膜	-	-	0.111
熱傳透率 Ui w/ (m ² · k)			3.062

鋁窗-C 斷面計算

材料名稱	材料厚度 d (m)	熱傳導係數 Kx 「w/ (m · k) 」	熱阻 r = d/k (m ² .k/ w)
外氣膜	-	-	0.043
鋁	0.001	210	0.0000067
密閉空氣層	-	-	0.086
鋁	0.001	210	0.0000067
內氣膜	-	-	0.111
鋁	0.001	210	0.0000067
內氣膜	-	-	0.111
熱傳透率 Ui w/ (m ² · k)			3.062

依照各斷面於窗框正立面上所佔面積比例可計算上窗框平均Ui 值為：
 $(45.8 \times 4.156 + 25 \times 3.062 + 18.4 \times 3.062) \div (45.8 + 25 + 18.4) = 3.624 \text{ (W/(m}^2 \cdot \text{K))}$

依照各斷面於窗框正立面上所佔面積比例可計算下窗框平均Ui 值為：
 $(18.4 \times 3.062 + 27.1 \times 4.156 + 70 \times 3.062) \div (18.4 + 27.1 + 70) = 3.319 \text{ (W/(m}^2 \cdot \text{K))}$

依照各斷面於窗框正立面上所佔面積比例可計算左右 鋁窗框平均Ui值
 為： $(76.6 \times 4.156 + 18.4 \times 3.062) \div (76.6 + 18.4) = 3.944 \text{ (W/(m}^2 \cdot \text{K))}$

3.3 各類窗框搭配玻璃熱損耗比較

日本塑料窗工業會針對塑鋼框與鋁框搭配不同玻璃在熱得分析，如圖 3-2 所示，



圖 3-4 塑鋼框與鋁框搭配不同玻璃之熱得分析

由上圖可知，鋁框搭配單層清玻璃之熱得為 100%，鋁框搭配雙層清玻璃之熱得為 71%，斷熱鋁框搭配單層清玻璃之熱得為 54%，塑鋼框搭配 LOW-E 雙層玻璃之熱得為 26%。

因此塑鋼窗較上述其它鋁窗搭配組合，可阻絕減少之熱得最高約 74%，若換算室內空調節能亦可節省約 8-14% 之空調運轉費用（塑鋼窗與鋁窗隔熱測試-台大韓選棠教授）。

3.4 玻璃材料與窗戶 U 值

由表 1.3 可知內政部營建署正擬定「提升建築物節約能源指標管制效益草案」，規範初步擬定各種立面開窗率範圍之窗平均熱傳透率 U 值與遮陽係數。其中窗部位平均熱傳透率 U 值與立面開窗率有關，即開窗率越大，窗平均熱傳透率 U 值需越低(窗框+玻璃)，反之亦然。另一方面，由於窗框的隔熱有助於節能，為了考慮窗框的隔熱性能，以窗框+玻璃的加權熱傳透率代表平窗部位平均熱傳透率，其計算如下：

窗部位平均熱傳透率 U 值=玻璃的 U 值 x0.8+窗框的 U 值 x0.2

台灣地區建築物常見立面開窗率比例如下表 3-3 所示：

住宅類（集合住宅）	住宅類（豪宅）	辦公室
0.2 ≥ 立面開窗率	0.3 ≥ 立面開窗率 > 0.2	0.4 ≥ 立面開窗率 > 0.3
U ≤ 5.2	U ≤ 4.7	U ≤ 3.5

因此為了得知塑鋼窗與鋁窗搭配各種不同玻璃之總熱傳導係數 U 值，利用上述公式比較塑鋼窗與鋁窗在滿足節能法令之情況下差異，詳如下列各表所示：

表 3-4 立面開窗率 < 0.1 (U ≤ 6.5) (塑鋼窗與鋁窗 U 值比較)

窗框「w(m ² ·k)」		玻璃 (數字代表厚度mm)	玻璃熱傳透率 U _i 「w(m ² ·k)」	窗戶總熱傳透率 U _i 「w(m ² ·k)」 (窗部位平均傳透率)																						
南亞塑鋼窗框	鋁窗			南亞塑鋼窗 (15%框) (85%玻)	鋁窗 (15%框) (85%玻)	南亞塑鋼窗 (20%框) (80%玻)	鋁窗 (20%框) (80%玻)	南亞塑鋼窗 (25%框) (75%玻)	鋁窗 (25%框) (75%玻)	南亞塑鋼窗 (30%框) (70%玻)	鋁窗 (30%框) (70%玻)	南亞塑鋼窗 (35%框) (65%玻)	鋁窗 (35%框) (65%玻)	南亞塑鋼窗 (40%框) (60%玻)	鋁窗 (40%框) (60%玻)	南亞塑鋼窗 (45%框) (55%玻)	鋁窗 (45%框) (55%玻)	南亞塑鋼窗 (50%框) (50%玻)	鋁窗 (50%框) (50%玻)	南亞塑鋼窗 (55%框) (45%玻)	鋁窗 (55%框) (45%玻)	南亞塑鋼窗 (60%框) (40%玻)	鋁窗 (60%框) (40%玻)	南亞塑鋼窗 (65%框) (35%玻)	鋁窗 (65%框) (35%玻)	
U _i =1.4	U _i =3.5	單層玻璃	3	6.31	5.735	5.885	5.328	5.748	5.0825	5.6075	4.837	5.467	4.5915	5.3265	4.346	5.186	4.1005	5.0455	3.855	4.905	3.6095	4.7645	3.364	4.624	3.1185	4.4835
			5	6.21	5.4885	5.8035	5.248	5.668	5.0075	5.5325	4.767	5.397	4.5265	5.2615	4.286	5.126	4.0455	4.9905	3.805	4.855	3.5645	4.7195	3.324	4.584	3.0835	4.4485
			6	6.16	5.446	5.761	5.208	5.628	4.97	5.495	4.732	5.362	4.494	5.229	4.256	5.096	4.018	4.963	3.78	4.83	3.542	4.697	3.304	4.564	3.066	4.431
			8	6.07	5.3695	5.6845	5.136	5.556	4.9025	5.4275	4.669	5.299	4.4355	5.1705	4.202	5.042	3.9685	4.9135	3.735	4.785	3.5015	4.6565	3.268	4.528	3.0345	4.3995
			10	5.97	5.2845	5.5995	5.056	5.476	4.8275	5.3525	4.599	5.229	4.3705	5.1055	4.142	4.982	3.9135	4.8585	3.685	4.735	3.4565	4.6115	3.228	4.488	2.9995	4.3645
			12	5.88	5.208	5.523	4.984	5.404	4.76	5.285	4.536	5.166	4.312	5.047	4.088	4.928	3.864	4.809	3.64	4.69	3.416	4.571	3.192	4.452	2.968	4.333
			15	5.75	5.0975	5.4125	4.88	5.3	4.6625	5.1875	4.445	5.075	4.2275	4.9625	4.01	4.85	3.7925	4.7375	3.575	4.625	3.3575	4.5125	3.14	4.4	2.9225	4.2875
		19	5.59	4.9615	5.2765	4.752	5.172	4.5425	5.0675	4.333	4.963	4.1235	4.8585	3.914	4.754	3.7045	4.6495	3.495	4.545	3.2855	4.4405	3.076	4.336	2.8665	4.2315	
		玻膠 璃台	5+隔熱膜+5	4.92	4.392	4.707	4.216	4.636	4.04	4.565	3.864	4.494	3.688	4.423	3.512	4.352	3.336	4.281	3.16	4.21	2.984	4.139	2.808	4.068	2.632	3.997
			6+隔熱膜+6	4.88	4.358	4.673	4.184	4.604	4.01	4.535	3.836	4.466	3.662	4.397	3.488	4.328	3.314	4.259	3.14	4.19	2.966	4.121	2.792	4.052	2.618	3.983
			8+隔熱膜+8	4.71	4.2135	4.5285	4.048	4.468	3.8825	4.4075	3.717	4.347	3.5515	4.2865	3.386	4.226	3.2205	4.1655	3.055	4.105	2.8895	4.0445	2.724	3.984	2.5585	3.9235
		(6mm乾燥空氣層)	3+A6+3	3.31	3.0235	3.3385	2.928	3.348	2.8325	3.3575	2.737	3.367	2.6415	3.3765	2.546	3.386	2.4505	3.3955	2.355	3.405	2.2595	3.4145	2.164	3.424	2.0685	3.4335
			5+A6+5	3.25	2.9725	3.2875	2.88	3.3	2.7875	3.3125	2.695	3.325	2.6025	3.3375	2.51	3.35	2.4175	3.3625	2.325	3.375	2.2325	3.3875	2.14	3.4	2.0475	3.4125
			6+A6+6	3.23	2.9555	3.2705	2.864	3.284	2.7725	3.2975	2.681	3.311	2.5895	3.3245	2.498	3.338	2.4065	3.3515	2.315	3.365	2.2235	3.3785	2.132	3.392	2.0405	3.4055
			8+A6+8	3.17	2.9045	3.2195	2.816	3.236	2.7275	3.2525	2.639	3.269	2.5505	3.2855	2.462	3.302	2.3735	3.3185	2.285	3.335	2.1965	3.3515	2.108	3.368	2.0195	3.3845
			10+A6+10	3.12	2.862	3.177	2.776	3.196	2.69	3.215	2.604	3.234	2.518	3.253	2.432	3.272	2.346	3.291	2.26	3.31	2.174	3.329	2.088	3.348	2.002	3.367
			12+A6+12	3.07	2.8195	3.1345	2.736	3.156	2.6525	3.1775	2.569	3.199	2.4855	3.2205	2.402	3.242	2.3185	3.2635	2.235	3.285	2.1515	3.3065	2.068	3.328	1.9845	3.3495
		(6mm惰性氣體層)	3+Aig6+3	2.62	2.437	2.752	2.376	2.796	2.315	2.84	2.254	2.884	2.193	2.928	2.132	2.972	2.071	3.016	2.01	3.06	1.949	3.104	1.888	3.148	1.827	3.192
			5+Aig6+5	2.58	2.403	2.718	2.344	2.764	2.285	2.81	2.226	2.856	2.167	2.902	2.108	2.948	2.049	2.994	1.99	3.04	1.931	3.086	1.872	3.132	1.813	3.178
			6+Aig6+6	2.56	2.386	2.701	2.328	2.748	2.27	2.795	2.212	2.842	2.154	2.889	2.096	2.936	2.038	2.983	1.98	3.03	1.922	3.077	1.864	3.124	1.806	3.171
			8+Aig6+8	2.52	2.352	2.667	2.296	2.716	2.24	2.765	2.184	2.814	2.128	2.863	2.072	2.912	2.016	2.961	1.96	3.01	1.904	3.059	1.848	3.108	1.792	3.157
			10+Aig6+10	2.48	2.318	2.633	2.264	2.684	2.21	2.735	2.156	2.786	2.102	2.837	2.048	2.888	1.994	2.939	1.94	2.99	1.886	3.041	1.832	3.092	1.778	3.143
			12+Aig6+12	2.44	2.284	2.599	2.232	2.652	2.18	2.705	2.128	2.758	2.076	2.811	2.024	2.864	1.972	2.917	1.92	2.97	1.868	3.023	1.816	3.076	1.764	3.129
		(12mm惰性氣體)	3+Aig12+3	1.93	1.8505	2.1655	1.824	2.244	1.7975	2.3225	1.771	2.401	1.7445	2.4795	1.718	2.558	1.6915	2.6365	1.665	2.715	1.6385	2.7935	1.612	2.872	1.5855	2.9505
			5+Aig12+5	1.9	1.825	2.14	1.8	2.22	1.775	2.3	1.75	2.38	1.725	2.46	1.7	2.54	1.675	2.62	1.65	2.7	1.625	2.78	1.6	2.86	1.575	2.94
			6+Aig12+6	1.89	1.8165	2.1315	1.792	2.212	1.7675	2.2925	1.743	2.373	1.7185	2.4535	1.694	2.534	1.6695	2.6145	1.645	2.695	1.6205	2.7755	1.596	2.856	1.5715	2.9365
			8+Aig12+8	1.86	1.791	2.106	1.768	2.188	1.745	2.27	1.722	2.352	1.699	2.434	1.676	2.516	1.653	2.598	1.63	2.68	1.607	2.762	1.584	2.844	1.561	2.926
			10+Aig12+10	1.83	1.7655	2.0805	1.744	2.164	1.7225	2.2475	1.701	2.331	1.6795	2.4145	1.658	2.498	1.6365	2.5815	1.615	2.665	1.5935	2.7485	1.572	2.832	1.5505	2.9155
			12+Aig12+12	1.8	1.74	2.055	1.72	2.14	1.7	2.225	1.68	2.31	1.66	2.395	1.64	2.48	1.62	2.565	1.6	2.65	1.58	2.735	1.56	2.82	1.54	2.905
		(12mm乾燥空氣層)	3+A12+3	3.1	2.845	3.16	2.76	3.18	2.675	3.2	2.59	3.22	2.505	3.24	2.42	3.26	2.335	3.28	2.25	3.3	2.165	3.32	2.08	3.34	1.995	3.36
			5+A12+5	3.05	2.8025	3.1175	2.72	3.14	2.6375	3.1625	2.555	3.185	2.4725	3.2075	2.39	3.23	2.3075	3.2525	2.225	3.275	2.1425	3.2975	2.06	3.32	1.9775	3.3425
			6+A12+6	3.03	2.7855	3.1005	2.704	3.124	2.6225	3.1475	2.541	3.171	2.4595	3.1945	2.378	3.218	2.2965	3.2415	2.215	3.265	2.1335	3.2885	2.052	3.312	1.9705	3.3355
			8+A12+8	2.98	2.743	3.058	2.664	3.084	2.585	3.11	2.506	3.136	2.427	3.162	2.348	3.188	2.269	3.214	2.19	3.24	2.111	3.266	2.032	3.292	1.953	3.318
			10+A12+10	2.94	2.709	3.024	2.632	3.052	2.555	3.08	2.478	3.108	2.401	3.136	2.324	3.164	2.247	3.192	2.17	3.22	2.093	3.248	2.016	3.276	1.939	3.304
			12+A12+12	2.9	2.675	2.99	2.6	3.02	2.525	3.05	2.45	3.08	2.375	3.11	2.3	3.14	2.225	3.17	2.15	3.2	2.075	3.23	2	3.26	1.925	3.29
		玻璃磚	8+A6-A8+8	2.98	2.743	3.058	2.664	3.084	2.585	3.11	2.506	3.136	2.427	3.162	2.348	3.188	2.269	3.214	2.19	3.24	2.111	3.266	2.032	3.292	1.953	3.318

註：窗部位平均傳透率 U_i=窗框U值x(0.15-0.65)+玻璃U值x(0.85-0.35)
此表計算式需與林憲德教授再行研議並納入「綠建築解說與評估手冊」中。

立面開窗率 < 0.1 (U ≤ 6.5)

〈資料來源：南亞塑膠工業股份有限公司〉

表 3-5 0.2 ≥ 立面開窗率 ≥ 0.1 (U ≤ 5.2) (塑鋼窗與鋁窗 U 值比較)

窗框「w(m ² ·k)」		玻璃 (數字代表厚度mm)	玻璃熱傳透率 U _g 「w(m ² ·k)」	窗戶總熱傳透率 U _i 「w(m ² ·k)」 (窗部位平均傳透率)																						
南亞塑鋼窗框	鋁窗			南亞塑鋼窗 (15%框) (85%玻)	鋁窗 (15%框) (85%玻)	南亞塑鋼窗 (20%框) (80%玻)	鋁窗 (20%框) (80%玻)	南亞塑鋼窗 (25%框) (75%玻)	鋁窗 (25%框) (75%玻)	南亞塑鋼窗 (30%框) (70%玻)	鋁窗 (30%框) (70%玻)	南亞塑鋼窗 (35%框) (65%玻)	鋁窗 (35%框) (65%玻)	南亞塑鋼窗 (40%框) (60%玻)	鋁窗 (40%框) (60%玻)	南亞塑鋼窗 (45%框) (55%玻)	鋁窗 (45%框) (55%玻)	南亞塑鋼窗 (50%框) (50%玻)	鋁窗 (50%框) (50%玻)	南亞塑鋼窗 (55%框) (45%玻)	鋁窗 (55%框) (45%玻)	南亞塑鋼窗 (60%框) (40%玻)	鋁窗 (60%框) (40%玻)	南亞塑鋼窗 (65%框) (35%玻)	鋁窗 (65%框) (35%玻)	
U _i =1.4	U _i =3.5	單層玻璃	3	6.31	5.5735	5.8885	5.328	5.748	5.0825	5.6075	4.837	5.467	4.5915	5.3265	4.346	5.186	4.1005	5.0455	3.855	4.905	3.6095	4.7645	3.364	4.624	3.1185	4.4835
			5	6.21	5.4885	5.8035	5.248	5.668	5.0075	5.5325	4.767	5.397	4.5265	5.2615	4.286	5.126	4.0455	4.9905	3.805	4.855	3.5645	4.7195	3.324	4.584	3.0835	4.4485
			6	6.16	5.446	5.761	5.208	5.628	4.97	5.495	4.732	5.362	4.494	5.229	4.256	5.096	4.018	4.963	3.78	4.83	3.542	4.697	3.304	4.564	3.066	4.431
			8	6.07	5.3695	5.6845	5.136	5.556	4.9025	5.4275	4.669	5.299	4.4355	5.1705	4.202	5.042	3.9685	4.9135	3.735	4.785	3.5015	4.6565	3.268	4.528	3.0345	4.3995
			10	5.97	5.2845	5.5995	5.056	5.476	4.8275	5.3525	4.599	5.229	4.3705	5.1055	4.142	4.982	3.9135	4.8585	3.685	4.735	3.4565	4.6115	3.228	4.488	2.9995	4.3645
			12	5.88	5.208	5.523	4.984	5.404	4.76	5.285	4.536	5.166	4.312	5.047	4.088	4.928	3.864	4.809	3.64	4.69	3.416	4.571	3.192	4.452	2.968	4.333
			15	5.75	5.0975	5.4125	4.88	5.3	4.6625	5.1875	4.445	5.075	4.2275	4.9625	4.01	4.85	3.7925	4.7375	3.575	4.625	3.3575	4.5125	3.14	4.4	2.9225	4.2875
			19	5.59	4.9615	5.2765	4.752	5.172	4.5425	5.0675	4.333	4.963	4.1235	4.8585	3.914	4.754	3.7045	4.6495	3.495	4.545	3.2855	4.4405	3.076	4.336	2.8665	4.2315
		玻膠 璃合	5+隔熱膜+5	4.92	4.392	4.707	4.216	4.636	4.04	4.565	3.864	4.494	3.688	4.423	3.512	4.352	3.336	4.281	3.16	4.21	2.984	4.139	2.808	4.068	2.632	3.997
			6+隔熱膜+6	4.88	4.358	4.673	4.184	4.604	4.01	4.535	3.836	4.466	3.662	4.397	3.488	4.328	3.314	4.259	3.14	4.19	2.966	4.121	2.792	4.052	2.618	3.983
			8+隔熱膜+8	4.71	4.2135	4.5285	4.048	4.468	3.8825	4.4075	3.717	4.347	3.5515	4.2865	3.386	4.226	3.2205	4.1655	3.055	4.105	2.8895	4.0445	2.724	3.984	2.5585	3.9235
		(6mm乾燥空氣層)	3+A6+3	3.31	3.0235	3.3385	2.928	3.348	2.8325	3.3575	2.737	3.367	2.6415	3.3765	2.546	3.386	2.4505	3.3955	2.355	3.405	2.2595	3.4145	2.164	3.424	2.0685	3.4335
			5+A6+5	3.25	2.9725	3.2875	2.88	3.3	2.7875	3.3125	2.695	3.325	2.6025	3.3375	2.51	3.35	2.4175	3.3625	2.325	3.375	2.2325	3.3875	2.14	3.4	2.0475	3.4125
			6+A6+6	3.23	2.9555	3.2705	2.864	3.284	2.7725	3.2975	2.681	3.311	2.5895	3.3245	2.498	3.338	2.4065	3.3515	2.315	3.365	2.2235	3.3785	2.132	3.392	2.0405	3.4055
			8+A6+8	3.17	2.9045	3.2195	2.816	3.236	2.7275	3.2525	2.639	3.269	2.5505	3.2855	2.462	3.302	2.3735	3.3185	2.285	3.335	2.1965	3.3515	2.108	3.368	2.0195	3.3845
			10+A6+10	3.12	2.862	3.177	2.776	3.196	2.69	3.215	2.604	3.234	2.518	3.253	2.432	3.272	2.346	3.291	2.26	3.31	2.174	3.329	2.088	3.348	2.002	3.367
			12+A6+12	3.07	2.8195	3.1345	2.736	3.156	2.6525	3.1775	2.569	3.199	2.4855	3.2205	2.402	3.242	2.3185	3.2635	2.235	3.285	2.1515	3.3065	2.068	3.328	1.9845	3.3495
		(6mm惰性氣體層)	3+Aig6+3	2.62	2.437	2.752	2.376	2.796	2.315	2.84	2.254	2.884	2.193	2.928	2.132	2.972	2.071	3.016	2.01	3.06	1.949	3.104	1.888	3.148	1.827	3.192
			5+Aig6+5	2.58	2.403	2.718	2.344	2.764	2.285	2.81	2.226	2.856	2.167	2.902	2.108	2.948	2.049	2.994	1.99	3.04	1.931	3.086	1.872	3.132	1.813	3.178
			6+Aig6+6	2.56	2.386	2.701	2.328	2.748	2.27	2.795	2.212	2.842	2.154	2.889	2.096	2.936	2.038	2.983	1.98	3.03	1.922	3.077	1.864	3.124	1.806	3.171
			8+Aig6+8	2.52	2.352	2.667	2.296	2.716	2.24	2.765	2.184	2.814	2.128	2.863	2.072	2.912	2.016	2.961	1.96	3.01	1.904	3.059	1.848	3.108	1.792	3.157
			10+Aig6+10	2.48	2.318	2.633	2.264	2.684	2.21	2.735	2.156	2.786	2.102	2.837	2.048	2.888	1.994	2.939	1.94	2.99	1.886	3.041	1.832	3.092	1.778	3.143
			12+Aig6+12	2.44	2.284	2.599	2.232	2.652	2.18	2.705	2.128	2.758	2.076	2.811	2.024	2.864	1.972	2.917	1.92	2.97	1.868	3.023	1.816	3.076	1.764	3.129
		(12mm惰性氣體)	3+Aig12+3	1.93	1.8505	2.1655	1.824	2.244	1.7975	2.3225	1.771	2.401	1.7445	2.4795	1.718	2.558	1.6915	2.6365	1.665	2.715	1.6385	2.7935	1.612	2.872	1.5855	2.9505
			5+Aig12+5	1.9	1.825	2.14	1.8	2.22	1.775	2.3	1.75	2.38	1.725	2.46	1.7	2.54	1.675	2.62	1.65	2.7	1.625	2.78	1.6	2.86	1.575	2.94
			6+Aig12+6	1.89	1.8165	2.1315	1.792	2.212	1.7675	2.2925	1.743	2.373	1.7185	2.4535	1.694	2.534	1.6695	2.6145	1.645	2.695	1.6205	2.7755	1.596	2.856	1.5715	2.9365
			8+Aig12+8	1.86	1.791	2.106	1.768	2.188	1.745	2.27	1.722	2.352	1.699	2.434	1.676	2.516	1.653	2.598	1.63	2.68	1.607	2.762	1.584	2.844	1.561	2.926
			10+Aig12+10	1.83	1.7655	2.0805	1.744	2.164	1.7225	2.2475	1.701	2.331	1.6795	2.4145	1.658	2.498	1.6365	2.5815	1.615	2.665	1.5935	2.7485	1.572	2.832	1.5505	2.9155
			12+Aig12+12	1.8	1.74	2.055	1.72	2.14	1.7	2.225	1.68	2.31	1.66	2.395	1.64	2.48	1.62	2.565	1.6	2.65	1.58	2.735	1.56	2.82	1.54	2.905
		(12mm乾燥空氣層)	3+A12+3	3.1	2.845	3.16	2.76	3.18	2.675	3.2	2.59	3.22	2.505	3.24	2.42	3.26	2.335	3.28	2.25	3.3	2.165	3.32	2.08	3.34	1.995	3.36
			5+A12+5	3.05	2.8025	3.1175	2.72	3.14	2.6375	3.1625	2.555	3.185	2.4725	3.2075	2.39	3.23	2.3075	3.2525	2.225	3.275	2.1425	3.2975	2.06	3.32	1.9775	3.3425
			6+A12+6	3.03	2.7855	3.1005	2.704	3.124	2.6225	3.1475	2.541	3.171	2.4595	3.1945	2.378	3.218	2.2965	3.2415	2.215	3.265	2.1335	3.2885	2.052	3.312	1.9705	3.3355
			8+A12+8	2.98	2.743	3.058	2.664	3.084	2.585	3.11	2.506	3.136	2.427	3.162	2.348	3.188	2.269	3.214	2.19	3.24	2.111	3.266	2.032	3.292	1.953	3.318
			10+A12+10	2.94	2.709	3.024	2.632	3.052	2.555	3.08	2.478	3.108	2.401	3.136	2.324	3.164	2.247	3.192	2.17	3.22	2.093	3.248	2.016	3.276	1.939	3.304
			12+A12+12	2.9	2.675	2.99	2.6	3.02	2.525	3.05	2.45	3.08	2.375	3.11	2.3	3.14	2.225	3.17	2.15	3.2	2.075	3.23	2	3.26	1.925	3.29
		玻璃磚	8+A6~A8+8	2.98	2.743	3.058	2.664	3.084	2.585	3.11	2.506	3.136	2.427	3.162	2.348	3.188	2.269	3.214	2.19	3.24	2.111	3.266	2.032	3.292	1.953	3.318

註：窗部位平均傳透率 U_i=窗框U值x (0.15-0.65) + 玻璃U值x (0.85-0.35)
 此表計算式需與林憲德教授再行研議並納入「綠建築解說與評估手冊」中。
0.2 ≥ 立面開窗率 ≥ 0.1 (U ≤ 5.2)

〈資料來源：南亞塑膠工業股份有限公司〉

表 3-6 0.3 ≥ 立面開窗率 ≥ 0.2 (U ≤ 4.7) (塑鋼窗與鋁窗 U 值比較)

窗框「w/(m²·k)」	玻璃 (數字代表厚度mm)	玻璃熱傳透率 U _i 「w/(m²·k)」	窗戶總熱傳透率 U _i 「w/(m²·k)」 (窗部位平均傳透率)																							
			南亞塑鋼窗 (15%框)	鋁窗 (15%框)	南亞塑鋼窗 (20%框)	鋁窗 (20%框)	南亞塑鋼窗 (25%框)	鋁窗 (25%框)	南亞塑鋼窗 (30%框)	鋁窗 (30%框)	南亞塑鋼窗 (35%框)	鋁窗 (35%框)	南亞塑鋼窗 (40%框)	鋁窗 (40%框)	南亞塑鋼窗 (45%框)	鋁窗 (45%框)	南亞塑鋼窗 (50%框)	鋁窗 (50%框)	南亞塑鋼窗 (55%框)	鋁窗 (55%框)	南亞塑鋼窗 (60%框)	鋁窗 (60%框)	南亞塑鋼窗 (65%框)	鋁窗 (65%框)		
			(85%玻)	(85%玻)	(80%玻)	(80%玻)	(75%玻)	(75%玻)	(70%玻)	(70%玻)	(65%玻)	(65%玻)	(60%玻)	(60%玻)	(55%玻)	(55%玻)	(50%玻)	(50%玻)	(45%玻)	(45%玻)	(40%玻)	(40%玻)	(35%玻)	(35%玻)		
南亞塑鋼窗 框	鋁窗	單層玻璃	3	6.31	5.5735	5.8885	5.328	5.748	5.0825	5.6075	4.837	5.467	4.5915	5.3265	4.346	5.186	4.1005	5.0455	3.855	4.905	3.6095	4.7645	3.364	4.624	3.1185	4.4835
			5	6.21	5.4885	5.8035	5.248	5.668	5.0075	5.5325	4.767	5.397	4.5265	5.2615	4.286	5.126	4.0455	4.9905	3.805	4.855	3.5645	4.7195	3.324	4.584	3.0835	4.4485
			6	6.16	5.446	5.761	5.208	5.628	4.97	5.495	4.732	5.362	4.494	5.229	4.256	5.096	4.018	4.963	3.78	4.83	3.542	4.697	3.304	4.564	3.066	4.431
			8	6.07	5.3695	5.6845	5.136	5.556	4.9025	5.4275	4.669	5.299	4.4355	5.1705	4.202	5.042	3.9685	4.9135	3.735	4.785	3.5015	4.6565	3.268	4.528	3.0345	4.3995
			10	5.97	5.2845	5.5995	5.056	5.476	4.8275	5.3525	4.599	5.229	4.3705	5.1055	4.142	4.982	3.9135	4.8585	3.685	4.735	3.4565	4.6115	3.228	4.488	2.9995	4.3645
			12	5.88	5.208	5.523	4.984	5.404	4.76	5.285	4.536	5.166	4.312	5.047	4.088	4.928	3.864	4.809	3.64	4.69	3.416	4.571	3.192	4.452	2.968	4.333
			15	5.75	5.0975	5.4125	4.88	5.3	4.6625	5.1875	4.445	5.075	4.2275	4.9625	4.01	4.85	3.7925	4.7375	3.575	4.625	3.3575	4.5125	3.14	4.4	2.9225	4.2875
			19	5.59	4.9615	5.2765	4.752	5.172	4.5425	5.0675	4.333	4.963	4.1235	4.8585	3.914	4.754	3.7045	4.6495	3.495	4.545	3.2855	4.4405	3.076	4.336	2.8665	4.2315
		玻璃 璃合	5+隔熱膜+5	4.92	4.392	4.707	4.216	4.636	4.04	4.565	3.864	4.494	3.688	4.423	3.512	4.352	3.336	4.281	3.16	4.21	2.984	4.139	2.808	4.068	2.632	3.997
			6+隔熱膜+6	4.88	4.358	4.673	4.184	4.604	4.01	4.535	3.836	4.466	3.662	4.397	3.488	4.328	3.314	4.259	3.14	4.19	2.966	4.121	2.792	4.052	2.618	3.983
			8+隔熱膜+8	4.71	4.2135	4.5285	4.048	4.468	3.8825	4.4075	3.717	4.347	3.5515	4.2865	3.386	4.226	3.2205	4.1655	3.055	4.105	2.8895	4.0445	2.724	3.984	2.5585	3.9235
		(6mm乾燥空氣層)	3+A6+3	3.31	3.0235	3.3385	2.928	3.348	2.8325	3.3575	2.737	3.367	2.6415	3.3765	2.546	3.386	2.4505	3.3955	2.355	3.405	2.2595	3.4145	2.164	3.424	2.0685	3.4335
			5+A6+5	3.25	2.9725	3.2875	2.88	3.3	2.7875	3.3125	2.695	3.325	2.6025	3.3375	2.51	3.35	2.4175	3.3625	2.325	3.375	2.2325	3.3875	2.14	3.4	2.0475	3.4125
			6+A6+6	3.23	2.9555	3.2705	2.864	3.284	2.7725	3.2975	2.681	3.311	2.5895	3.3245	2.498	3.338	2.4065	3.3515	2.315	3.365	2.2235	3.3785	2.132	3.392	2.0405	3.4055
			8+A6+8	3.17	2.9045	3.2195	2.816	3.236	2.7275	3.2525	2.639	3.269	2.5505	3.2855	2.462	3.302	2.3735	3.3185	2.285	3.335	2.1965	3.3515	2.108	3.368	2.0195	3.3845
			10+A6+10	3.12	2.862	3.177	2.776	3.196	2.69	3.215	2.604	3.234	2.518	3.253	2.432	3.272	2.346	3.291	2.26	3.31	2.174	3.329	2.088	3.348	2.002	3.367
			12+A6+12	3.07	2.8195	3.1345	2.736	3.156	2.6525	3.1775	2.569	3.199	2.4855	3.2205	2.402	3.242	2.3185	3.2635	2.235	3.285	2.1515	3.3065	2.068	3.328	1.9845	3.3495
		(6mm惰性氣體層) 雙層玻璃	3+Aig6+3	2.62	2.437	2.752	2.376	2.796	2.315	2.84	2.254	2.884	2.193	2.928	2.132	2.972	2.071	3.016	2.01	3.06	1.949	3.104	1.888	3.148	1.827	3.192
			5+Aig6+5	2.58	2.403	2.718	2.344	2.764	2.285	2.81	2.226	2.856	2.167	2.902	2.108	2.948	2.049	2.994	1.99	3.04	1.931	3.086	1.872	3.132	1.813	3.178
			6+Aig6+6	2.56	2.386	2.701	2.328	2.748	2.27	2.795	2.212	2.842	2.154	2.889	2.096	2.936	2.038	2.983	1.98	3.03	1.922	3.077	1.864	3.124	1.806	3.171
			8+Aig6+8	2.52	2.352	2.667	2.296	2.716	2.24	2.765	2.184	2.814	2.128	2.863	2.072	2.912	2.016	2.961	1.96	3.01	1.904	3.059	1.848	3.108	1.792	3.157
			10+Aig6+10	2.48	2.318	2.633	2.264	2.684	2.21	2.735	2.156	2.786	2.102	2.837	2.048	2.888	1.994	2.939	1.94	2.99	1.886	3.041	1.832	3.092	1.778	3.143
			12+Aig6+12	2.44	2.284	2.599	2.232	2.652	2.18	2.705	2.128	2.758	2.076	2.811	2.024	2.864	1.972	2.917	1.92	2.97	1.868	3.023	1.816	3.076	1.764	3.129
		(12mm惰性氣體 雙層玻璃)	3+Aig12+3	1.93	1.8505	2.1655	1.824	2.244	1.7975	2.3225	1.771	2.401	1.7445	2.4795	1.718	2.558	1.6915	2.6365	1.665	2.715	1.6385	2.7935	1.612	2.872	1.5855	2.9505
			5+Aig12+5	1.9	1.825	2.14	1.8	2.22	1.775	2.3	1.75	2.38	1.725	2.46	1.7	2.54	1.675	2.62	1.65	2.7	1.625	2.78	1.6	2.86	1.575	2.94
			6+Aig12+6	1.89	1.8165	2.1315	1.792	2.212	1.7675	2.2925	1.743	2.373	1.7185	2.4535	1.694	2.534	1.6695	2.6145	1.645	2.695	1.6205	2.7755	1.596	2.856	1.5715	2.9365
			8+Aig12+8	1.86	1.791	2.106	1.768	2.188	1.745	2.27	1.722	2.352	1.699	2.434	1.676	2.516	1.653	2.598	1.63	2.68	1.607	2.762	1.584	2.844	1.561	2.926
			10+Aig12+10	1.83	1.7655	2.0805	1.744	2.164	1.7225	2.2475	1.701	2.331	1.6795	2.4145	1.658	2.498	1.6365	2.5815	1.615	2.665	1.5935	2.7485	1.572	2.832	1.5505	2.9155
			12+Aig12+12	1.8	1.74	2.055	1.72	2.14	1.7	2.225	1.68	2.31	1.66	2.395	1.64	2.48	1.62	2.565	1.6	2.65	1.58	2.735	1.56	2.82	1.54	2.905
		(12mm乾燥空氣層) 雙層玻璃	3+A12+3	3.1	2.845	3.16	2.76	3.18	2.675	3.2	2.59	3.22	2.505	3.24	2.42	3.26	2.335	3.28	2.25	3.3	2.165	3.32	2.08	3.34	1.995	3.36
			5+A12+5	3.05	2.8025	3.1175	2.72	3.14	2.6375	3.1625	2.555	3.185	2.4725	3.2075	2.39	3.23	2.3075	3.2525	2.225	3.275	2.1425	3.2975	2.06	3.32	1.9775	3.3425
			6+A12+6	3.03	2.7855	3.1005	2.704	3.124	2.6225	3.1475	2.541	3.171	2.4595	3.1945	2.378	3.218	2.2965	3.2415	2.215	3.265	2.1335	3.2885	2.052	3.312	1.9705	3.3355
			8+A12+8	2.98	2.743	3.058	2.664	3.084	2.585	3.11	2.506	3.136	2.427	3.162	2.348	3.188	2.269	3.214	2.19	3.24	2.111	3.266	2.032	3.292	1.953	3.318
			10+A12+10	2.94	2.709	3.024	2.632	3.052	2.555	3.08	2.478	3.108	2.401	3.136	2.324	3.164	2.247	3.192	2.17	3.22	2.093	3.248	2.016	3.276	1.939	3.304
		12+A12+12	2.9	2.675	2.99	2.6	3.02	2.525	3.05	2.45	3.08	2.375	3.11	2.3	3.14	2.225	3.17	2.15	3.2	2.075	3.23	2	3.26	1.925	3.29	
		玻璃磚	8+A6~A8+8	2.98	2.743	3.058	2.664	3.084	2.585	3.11	2.506	3.136	2.427	3.162	2.348	3.188	2.269	3.214	2.19	3.24	2.111	3.266	2.032	3.292	1.953	3.318

註：窗部位平均傳透率 U_i=窗框U值x(0.15-0.65)+玻璃U值x(0.85-0.35)
 此表計算式需與林憲德教授再行研議並納入「綠建築解說與評估手冊」中。
0.3 ≥ 立面開窗率 ≥ 0.2 (U ≤ 4.7)

〈資料來源：南亞塑膠工業股份有限公司〉

表 3-7 0.4 ≥ 立面開窗率 > 0.3 (U ≤ 3.5) (塑鋼窗與鋁窗 U 值比較)

窗框「w/(m²·k)」		玻璃 (數字代表厚度mm)	玻璃熱傳透率 U _i 「w/(m²·k)」	窗戶總熱傳透率 U _i 「w/(m²·k)」 (窗戶平均傳透率)																						
南亞塑鋼窗框	鋁窗			南亞塑鋼窗 (15%框) (85%玻)	鋁窗 (15%框) (85%玻)	南亞塑鋼窗 (20%框) (80%玻)	鋁窗 (20%框) (80%玻)	南亞塑鋼窗 (25%框) (75%玻)	鋁窗 (25%框) (75%玻)	南亞塑鋼窗 (30%框) (70%玻)	鋁窗 (30%框) (70%玻)	南亞塑鋼窗 (35%框) (65%玻)	鋁窗 (35%框) (65%玻)	南亞塑鋼窗 (40%框) (60%玻)	鋁窗 (40%框) (60%玻)	南亞塑鋼窗 (45%框) (55%玻)	鋁窗 (45%框) (55%玻)	南亞塑鋼窗 (50%框) (50%玻)	鋁窗 (50%框) (50%玻)	南亞塑鋼窗 (55%框) (45%玻)	鋁窗 (55%框) (45%玻)	南亞塑鋼窗 (60%框) (40%玻)	鋁窗 (60%框) (40%玻)	南亞塑鋼窗 (65%框) (35%玻)	鋁窗 (65%框) (35%玻)	
U _i =1.4	U _i =3.5	單層玻璃	3	6.31	5.5735	5.8885	5.328	5.748	5.0825	5.6075	4.837	5.467	4.5915	5.3265	4.346	5.186	4.1005	5.0455	3.855	4.905	3.6095	4.7645	3.364	4.624	3.1185	4.4835
			5	6.21	5.4885	5.8035	5.248	5.668	5.0075	5.5325	4.767	5.397	4.5265	5.2615	4.286	5.126	4.0455	4.9905	3.805	4.855	3.5645	4.7195	3.324	4.584	3.0835	4.4485
			6	6.16	5.446	5.761	5.208	5.628	4.97	5.495	4.732	5.362	4.494	5.229	4.256	5.096	4.018	4.963	3.78	4.83	3.542	4.697	3.304	4.564	3.066	4.431
			8	6.07	5.3695	5.6845	5.136	5.556	4.9025	5.4275	4.669	5.299	4.4355	5.1705	4.202	5.042	3.9685	4.9135	3.735	4.785	3.5015	4.6565	3.268	4.528	3.0345	4.3995
			10	5.97	5.2845	5.5995	5.056	5.476	4.8275	5.3525	4.599	5.229	4.3705	5.1055	4.142	4.982	3.9135	4.8585	3.685	4.735	3.4565	4.6115	3.228	4.488	2.9995	4.3645
			12	5.88	5.208	5.523	4.984	5.404	4.76	5.285	4.536	5.166	4.312	5.047	4.088	4.928	3.864	4.809	3.64	4.69	3.416	4.571	3.192	4.452	2.968	4.333
			15	5.75	5.0975	5.4125	4.88	5.3	4.6625	5.1875	4.445	5.075	4.2275	4.9625	4.01	4.85	3.7925	4.7375	3.575	4.625	3.3575	4.5125	3.14	4.4	2.9225	4.2875
			19	5.59	4.9615	5.2765	4.752	5.172	4.5425	5.0675	4.333	4.963	4.1235	4.8585	3.914	4.754	3.7045	4.6495	3.495	4.545	3.2855	4.4405	3.076	4.336	2.8665	4.2315
		玻璃膠 璃合	5+隔熱膜+5	4.92	4.392	4.707	4.216	4.636	4.04	4.565	3.864	4.494	3.688	4.423	3.512	4.352	3.336	4.281	3.16	4.21	2.984	4.139	2.808	4.068	2.632	3.997
			6+隔熱膜+6	4.88	4.358	4.673	4.184	4.604	4.01	4.535	3.836	4.466	3.662	4.397	3.488	4.328	3.314	4.259	3.14	4.19	2.966	4.121	2.792	4.052	2.618	3.983
			8+隔熱膜+8	4.71	4.2135	4.5285	4.048	4.468	3.8825	4.4075	3.717	4.347	3.5515	4.2865	3.386	4.226	3.2205	4.1655	3.055	4.105	2.8895	4.0445	2.724	3.984	2.5585	3.9235
		(6mm乾燥空氣層)	3+A6+3	3.31	3.0235	3.3385	2.928	3.348	2.8325	3.3575	2.737	3.367	2.6415	3.3765	2.546	3.386	2.4505	3.3955	2.355	3.405	2.2595	3.4145	2.164	3.424	2.0685	3.4335
			5+A6+5	3.25	2.9725	3.2875	2.88	3.3	2.7875	3.3125	2.695	3.325	2.6025	3.3375	2.51	3.35	2.4175	3.3625	2.325	3.375	2.2325	3.3875	2.14	3.4	2.0475	3.4125
			6+A6+6	3.23	2.9555	3.2705	2.864	3.284	2.7725	3.2975	2.681	3.311	2.5895	3.3245	2.498	3.338	2.4065	3.3515	2.315	3.365	2.2235	3.3785	2.132	3.392	2.0405	3.4055
			8+A6+8	3.17	2.9045	3.2195	2.816	3.236	2.7275	3.2525	2.639	3.269	2.5505	3.2855	2.462	3.302	2.3735	3.3185	2.285	3.335	2.1965	3.3515	2.108	3.368	2.0195	3.3845
			10+A6+10	3.12	2.862	3.177	2.776	3.196	2.69	3.215	2.604	3.234	2.518	3.253	2.432	3.272	2.346	3.291	2.26	3.31	2.174	3.329	2.088	3.348	2.002	3.367
			12+A6+12	3.07	2.8195	3.1345	2.736	3.156	2.6525	3.1775	2.569	3.199	2.4855	3.2205	2.402	3.242	2.3185	3.2635	2.235	3.285	2.1515	3.3065	2.068	3.328	1.9845	3.3495
		(6mm惰性氣體層) 雙層玻璃	3+Aig6+3	2.62	2.437	2.752	2.376	2.796	2.315	2.84	2.254	2.884	2.193	2.928	2.132	2.972	2.071	3.016	2.01	3.06	1.949	3.104	1.888	3.148	1.827	3.192
			5+Aig6+5	2.58	2.403	2.718	2.344	2.764	2.285	2.81	2.226	2.856	2.167	2.902	2.108	2.948	2.049	2.994	1.99	3.04	1.931	3.086	1.872	3.132	1.813	3.178
			6+Aig6+6	2.56	2.386	2.701	2.328	2.748	2.27	2.795	2.212	2.842	2.154	2.889	2.096	2.936	2.038	2.983	1.98	3.03	1.922	3.077	1.864	3.124	1.806	3.171
			8+Aig6+8	2.52	2.352	2.667	2.296	2.716	2.24	2.765	2.184	2.814	2.128	2.863	2.072	2.912	2.016	2.961	1.96	3.01	1.904	3.059	1.848	3.108	1.792	3.157
			10+Aig6+10	2.48	2.318	2.633	2.264	2.684	2.21	2.735	2.156	2.786	2.102	2.837	2.048	2.888	1.994	2.939	1.94	2.99	1.886	3.041	1.832	3.092	1.778	3.143
			12+Aig6+12	2.44	2.284	2.599	2.232	2.652	2.18	2.705	2.128	2.758	2.076	2.811	2.024	2.864	1.972	2.917	1.92	2.97	1.868	3.023	1.816	3.076	1.764	3.129
		(12mm惰性氣體) 雙層玻璃	3+Aig12+3	1.93	1.8505	2.1655	1.824	2.244	1.7975	2.3225	1.771	2.401	1.7445	2.4795	1.718	2.558	1.6915	2.6365	1.665	2.715	1.6385	2.7935	1.612	2.872	1.5855	2.9505
			5+Aig12+5	1.9	1.825	2.14	1.8	2.22	1.775	2.3	1.75	2.38	1.725	2.46	1.7	2.54	1.675	2.62	1.65	2.7	1.625	2.78	1.6	2.86	1.575	2.94
			6+Aig12+6	1.89	1.8165	2.1315	1.792	2.212	1.7675	2.2925	1.743	2.373	1.7185	2.4535	1.694	2.534	1.6695	2.6145	1.645	2.695	1.6205	2.7755	1.596	2.856	1.5715	2.9365
			8+Aig12+8	1.86	1.791	2.106	1.768	2.188	1.745	2.27	1.722	2.352	1.699	2.434	1.676	2.516	1.653	2.598	1.63	2.68	1.607	2.762	1.584	2.844	1.561	2.926
			10+Aig12+10	1.83	1.7655	2.0805	1.744	2.164	1.7225	2.2475	1.701	2.331	1.6795	2.4145	1.658	2.498	1.6365	2.5815	1.615	2.665	1.5935	2.7485	1.572	2.832	1.5505	2.9155
			12+Aig12+12	1.8	1.74	2.055	1.72	2.14	1.7	2.225	1.68	2.31	1.66	2.395	1.64	2.48	1.62	2.565	1.6	2.65	1.58	2.735	1.56	2.82	1.54	2.905
		(12mm乾燥空氣層) 雙層玻璃	3+A12+3	3.1	2.845	3.16	2.76	3.18	2.675	3.2	2.59	3.22	2.505	3.24	2.42	3.26	2.335	3.28	2.25	3.3	2.165	3.32	2.08	3.34	1.995	3.36
			5+A12+5	3.05	2.8025	3.1175	2.72	3.14	2.6375	3.1625	2.555	3.185	2.4725	3.2075	2.39	3.23	2.3075	3.2525	2.225	3.275	2.1425	3.2975	2.06	3.32	1.9775	3.3425
			6+A12+6	3.03	2.7855	3.1005	2.704	3.124	2.6225	3.1475	2.541	3.171	2.4595	3.1945	2.378	3.218	2.2965	3.2415	2.215	3.265	2.1335	3.2885	2.052	3.312	1.9705	3.3355
			8+A12+8	2.98	2.743	3.058	2.664	3.084	2.585	3.11	2.506	3.136	2.427	3.162	2.348	3.188	2.269	3.214	2.19	3.24	2.111	3.266	2.032	3.292	1.953	3.318
			10+A12+10	2.94	2.709	3.024	2.632	3.052	2.555	3.08	2.478	3.108	2.401	3.136	2.324	3.164	2.247	3.192	2.17	3.22	2.093	3.248	2.016	3.276	1.939	3.304
			12+A12+12	2.9	2.675	2.99	2.6	3.02	2.525	3.05	2.45	3.08	2.375	3.11	2.3	3.14	2.225	3.17	2.15	3.2	2.075	3.23	2	3.26	1.925	3.29
		玻璃磚	8+A6~A8+8	2.98	2.743	3.058	2.664	3.084	2.585	3.11	2.506	3.136	2.427	3.162	2.348	3.188	2.269	3.214	2.19	3.24	2.111	3.266	2.032	3.292	1.953	3.318

註：窗部位平均傳透率 U_i=窗框U值x(0.15-0.65)+玻璃U值x(0.85-0.35)
此表計算式需與林憲德教授再行研議並納入「綠建築解說與評估手冊」中。

0.4 ≥ 立面開窗率 > 0.3 (U ≤ 3.5)

〈資料來源：南亞塑膠工業股份有限公司〉

表 3-8 0.5 ≥ 立面開窗率 ≥ 0.4 (U ≤ 3) (塑鋼窗與鋁窗 U 值比較)

窗框「w/(m ² ·k)」	玻璃 (數字代表厚度mm)	玻璃熱傳透率 U _i 「w/(m ² ·k)」	窗戶總熱傳透率 U _i 「w/(m ² ·k)」 (窗部位平均傳透率)																							
			南亞塑鋼窗 (15%框) (85%玻)	鋁窗 (15%框) (85%玻)	南亞塑鋼窗 (20%框) (80%玻)	鋁窗 (20%框) (80%玻)	南亞塑鋼窗 (25%框) (75%玻)	鋁窗 (25%框) (75%玻)	南亞塑鋼窗 (30%框) (70%玻)	鋁窗 (30%框) (70%玻)	南亞塑鋼窗 (35%框) (65%玻)	鋁窗 (35%框) (65%玻)	南亞塑鋼窗 (40%框) (60%玻)	鋁窗 (40%框) (60%玻)	南亞塑鋼窗 (45%框) (55%玻)	鋁窗 (45%框) (55%玻)	南亞塑鋼窗 (50%框) (50%玻)	鋁窗 (50%框) (50%玻)	南亞塑鋼窗 (55%框) (45%玻)	鋁窗 (55%框) (45%玻)	南亞塑鋼窗 (60%框) (40%玻)	鋁窗 (60%框) (40%玻)	南亞塑鋼窗 (65%框) (35%玻)	鋁窗 (65%框) (35%玻)		
U _i =1.4	單層玻璃	3	6.31	5.5735	5.8885	5.328	5.748	5.0825	5.6075	4.837	5.467	4.5915	5.3265	4.346	5.186	4.1005	5.0455	3.855	4.905	3.6095	4.7645	3.364	4.624	3.1185	4.4835	
		5	6.21	5.4885	5.8035	5.248	5.668	5.0075	5.5325	4.767	5.397	4.5265	5.2615	4.286	5.126	4.0455	4.9905	3.805	4.855	3.5645	4.7195	3.324	4.584	3.0835	4.4485	
		6	6.16	5.446	5.761	5.208	5.628	4.97	5.495	4.732	5.362	4.494	5.229	4.256	5.096	4.018	4.963	3.78	4.83	3.542	4.697	3.304	4.564	3.066	4.431	
		8	6.07	5.3695	5.6845	5.136	5.556	4.9025	5.4275	4.669	5.299	4.4355	5.1705	4.202	5.042	3.9685	4.9135	3.735	4.785	3.5015	4.6565	3.268	4.528	3.0345	4.3995	
		10	5.97	5.2845	5.5995	5.056	5.476	4.8275	5.3525	4.599	5.229	4.3705	5.1055	4.142	4.982	3.9135	4.8585	3.685	4.735	3.4565	4.6115	3.228	4.488	2.9995	4.3645	
		12	5.88	5.208	5.523	4.984	5.404	4.76	5.285	4.536	5.166	4.312	5.047	4.088	4.928	3.864	4.809	3.64	4.69	3.416	4.571	3.192	4.452	2.968	4.333	
		15	5.75	5.0975	5.4125	4.88	5.3	4.6625	5.1875	4.445	5.075	4.2275	4.9625	4.01	4.85	3.7925	4.7375	3.575	4.625	3.3575	4.5125	3.14	4.4	2.9225	4.2875	
		19	5.59	4.9615	5.2765	4.752	5.172	4.5425	5.0675	4.333	4.963	4.1235	4.8585	3.914	4.754	3.7045	4.6495	3.495	4.545	3.2855	4.4405	3.076	4.336	2.8665	4.2315	
		玻膠 璃合	5+隔熱膜+	4.92	4.392	4.707	4.216	4.636	4.04	4.565	3.864	4.494	3.688	4.423	3.512	4.352	3.336	4.281	3.16	4.21	2.984	4.139	2.808	4.068	2.632	3.997
			6+隔熱膜+	4.88	4.358	4.673	4.184	4.604	4.01	4.535	3.836	4.466	3.662	4.397	3.488	4.328	3.314	4.259	3.14	4.19	2.966	4.121	2.792	4.052	2.618	3.983
			8+隔熱膜+	4.71	4.2135	4.5285	4.048	4.468	3.8825	4.4075	3.717	4.347	3.5515	4.2865	3.386	4.226	3.2205	4.1655	3.055	4.105	2.8895	4.0445	2.724	3.984	2.5585	3.9235
		(6mm乾燥空氣層)	3+A6+3	3.31	3.0235	3.3385	2.928	3.348	2.8325	3.3575	2.737	3.367	2.6415	3.3765	2.546	3.386	2.4505	3.3955	2.355	3.405	2.2595	3.4145	2.164	3.424	2.0685	3.4335
			5+A6+5	3.25	2.9725	3.2875	2.88	3.3	2.7875	3.3125	2.695	3.325	2.6025	3.3375	2.51	3.35	2.4175	3.3625	2.325	3.375	2.2325	3.3875	2.14	3.4	2.0475	3.4125
			6+A6+6	3.23	2.9555	3.2705	2.864	3.284	2.7725	3.2975	2.681	3.311	2.5895	3.3245	2.498	3.338	2.4065	3.3515	2.315	3.365	2.2235	3.3785	2.132	3.392	2.0405	3.4055
			8+A6+8	3.17	2.9045	3.2195	2.816	3.236	2.7275	3.2525	2.639	3.269	2.5505	3.2855	2.462	3.302	2.3735	3.3185	2.285	3.335	2.1965	3.3515	2.108	3.368	2.0195	3.3845
			10+A6+10	3.12	2.862	3.177	2.776	3.196	2.69	3.215	2.604	3.234	2.518	3.253	2.432	3.272	2.346	3.291	2.26	3.31	2.174	3.329	2.088	3.348	2.002	3.367
			12+A6+12	3.07	2.8195	3.1345	2.736	3.156	2.6525	3.1775	2.569	3.199	2.4855	3.2205	2.402	3.242	2.3185	3.2635	2.235	3.285	2.1515	3.3065	2.068	3.328	1.9845	3.3495
		(6mm惰性氣體層)	3+Aig6+3	2.62	2.437	2.752	2.376	2.796	2.315	2.84	2.254	2.884	2.193	2.928	2.132	2.972	2.071	3.016	2.01	3.06	1.949	3.104	1.888	3.148	1.827	3.192
	5+Aig6+5		2.58	2.403	2.718	2.344	2.764	2.285	2.81	2.226	2.856	2.167	2.902	2.108	2.948	2.049	2.994	1.99	3.04	1.931	3.086	1.872	3.132	1.813	3.178	
	6+Aig6+6		2.56	2.386	2.701	2.328	2.748	2.27	2.795	2.212	2.842	2.154	2.889	2.096	2.936	2.038	2.983	1.98	3.03	1.922	3.077	1.864	3.124	1.806	3.171	
	8+Aig6+8		2.52	2.352	2.667	2.296	2.716	2.24	2.765	2.184	2.814	2.128	2.863	2.072	2.912	2.016	2.961	1.96	3.01	1.904	3.059	1.848	3.108	1.792	3.157	
	10+Aig6+10		2.48	2.318	2.633	2.264	2.684	2.21	2.735	2.156	2.786	2.102	2.837	2.048	2.888	1.994	2.939	1.94	2.99	1.886	3.041	1.832	3.092	1.778	3.143	
	12+Aig6+12		2.44	2.284	2.599	2.232	2.652	2.18	2.705	2.128	2.758	2.076	2.811	2.024	2.864	1.972	2.917	1.92	2.97	1.868	3.023	1.816	3.076	1.764	3.129	
	(12mm惰性氣體層)	3+Aig12+3	1.93	1.8505	2.1655	1.824	2.244	1.7975	2.3225	1.771	2.401	1.7445	2.4795	1.718	2.558	1.6915	2.6365	1.665	2.715	1.6385	2.7935	1.612	2.872	1.5855	2.9505	
		5+Aig12+5	1.9	1.825	2.14	1.8	2.22	1.775	2.3	1.75	2.38	1.725	2.46	1.7	2.54	1.675	2.62	1.65	2.7	1.625	2.78	1.6	2.86	1.575	2.94	
		6+Aig12+6	1.89	1.8165	2.1315	1.792	2.212	1.7675	2.2925	1.743	2.373	1.7185	2.4535	1.694	2.534	1.6695	2.6145	1.645	2.695	1.6205	2.7755	1.596	2.856	1.5715	2.9365	
		8+Aig12+8	1.86	1.791	2.106	1.768	2.188	1.745	2.27	1.722	2.352	1.699	2.434	1.676	2.516	1.653	2.598	1.63	2.68	1.607	2.762	1.584	2.844	1.561	2.926	
		10+Aig12+10	1.83	1.7655	2.0805	1.744	2.164	1.7225	2.2475	1.701	2.331	1.6795	2.4145	1.658	2.498	1.6365	2.5815	1.615	2.665	1.5935	2.7485	1.572	2.832	1.5505	2.9155	
		12+Aig12+12	1.8	1.74	2.055	1.72	2.14	1.7	2.225	1.68	2.31	1.66	2.395	1.64	2.48	1.62	2.565	1.6	2.65	1.58	2.735	1.56	2.82	1.54	2.905	
	(12mm乾燥空氣層)	3+A12+3	3.1	2.845	3.16	2.76	3.18	2.675	3.2	2.59	3.22	2.505	3.24	2.42	3.26	2.335	3.28	2.25	3.3	2.165	3.32	2.08	3.34	1.995	3.36	
		5+A12+5	3.05	2.8025	3.1175	2.72	3.14	2.6375	3.1625	2.555	3.185	2.4725	3.2075	2.39	3.23	2.3075	3.2525	2.225	3.275	2.1425	3.2975	2.06	3.32	1.9775	3.3425	
		6+A12+6	3.03	2.7855	3.1005	2.704	3.124	2.6225	3.1475	2.541	3.171	2.4595	3.1945	2.378	3.218	2.2965	3.2415	2.215	3.265	2.1335	3.2885	2.052	3.312	1.9705	3.3355	
		8+A12+8	2.98	2.743	3.058	2.664	3.084	2.585	3.11	2.506	3.136	2.427	3.162	2.348	3.188	2.269	3.214	2.19	3.24	2.111	3.266	2.032	3.292	1.953	3.318	
		10+A12+10	2.94	2.709	3.024	2.632	3.052	2.555	3.08	2.478	3.108	2.401	3.136	2.324	3.164	2.247	3.192	2.17	3.22	2.093	3.248	2.016	3.276	1.939	3.304	
		12+A12+12	2.9	2.675	2.99	2.6	3.02	2.525	3.05	2.45	3.08	2.375	3.11	2.3	3.14	2.225	3.17	2.15	3.2	2.075	3.23	2	3.26	1.925	3.29	
	玻璃磚	8+A6~A8+8	2.98	2.743	3.058	2.664	3.084	2.585	3.11	2.506	3.136	2.427	3.162	2.348	3.188	2.269	3.214	2.19	3.24	2.111	3.266	2.032	3.292	1.953	3.318	

註：窗部位平均傳透率 U_i=窗框U值x(0.15-0.65)+ 玻璃U值x(0.85-0.35)
此表計算式需與林憲德教授再行研議並納入「綠建築解說與評估手冊」中。

0.5 ≥ 立面開窗率 ≥ 0.4 (U ≤ 3)

〈資料來源：南亞塑膠工業股份有限公司〉

表 3-9 立面開窗率 > 0.5 (U ≤ 2.7) (塑鋼窗與鋁窗 U 值比較)

窗框「w/(m ² ·k)」		玻璃 (數字代表厚度mm)	玻璃熱傳透率 U _i 「w/(m ² ·k)」	窗戶總熱傳透率 U _i 「w/(m ² ·k)」 (窗部位平均傳透率)																						
南亞塑鋼窗框	鋁窗			南亞塑鋼窗 (15%框) (85%玻)	鋁窗 (15%框) (85%玻)	南亞塑鋼窗 (20%框) (80%玻)	鋁窗 (20%框) (80%玻)	南亞塑鋼窗 (25%框) (75%玻)	鋁窗 (25%框) (75%玻)	南亞塑鋼窗 (30%框) (70%玻)	鋁窗 (30%框) (70%玻)	南亞塑鋼窗 (35%框) (65%玻)	鋁窗 (35%框) (65%玻)	南亞塑鋼窗 (40%框) (60%玻)	鋁窗 (40%框) (60%玻)	南亞塑鋼窗 (45%框) (55%玻)	鋁窗 (45%框) (55%玻)	南亞塑鋼窗 (50%框) (50%玻)	鋁窗 (50%框) (50%玻)	南亞塑鋼窗 (55%框) (45%玻)	鋁窗 (55%框) (45%玻)	南亞塑鋼窗 (60%框) (40%玻)	鋁窗 (60%框) (40%玻)	南亞塑鋼窗 (65%框) (35%玻)	鋁窗 (65%框) (35%玻)	
U _i =1.4	U _i =3.5	單層玻璃	3	6.31	5.5735	5.8885	5.328	5.748	5.0825	5.6075	4.837	5.467	4.5915	5.3265	4.346	5.186	4.1005	5.0455	3.855	4.905	3.6095	4.7645	3.364	4.624	3.1185	4.4835
			5	6.21	5.4885	5.8035	5.248	5.668	5.0075	5.5325	4.767	5.397	4.5265	5.2615	4.286	5.126	4.0455	4.9905	3.805	4.855	3.5645	4.7195	3.324	4.584	3.0835	4.4485
			6	6.16	5.446	5.761	5.208	5.628	4.97	5.495	4.732	5.362	4.494	5.229	4.256	5.096	4.018	4.963	3.78	4.83	3.542	4.697	3.304	4.564	3.066	4.431
			8	6.07	5.3695	5.6845	5.136	5.556	4.9025	5.4275	4.669	5.299	4.4355	5.1705	4.202	5.042	3.9685	4.9135	3.735	4.785	3.5015	4.6565	3.268	4.528	3.0345	4.3995
			10	5.97	5.2845	5.5995	5.056	5.476	4.8275	5.3525	4.599	5.229	4.3705	5.1055	4.142	4.982	3.9135	4.8585	3.685	4.735	3.4565	4.6115	3.228	4.488	2.9995	4.3645
			12	5.88	5.208	5.523	4.984	5.404	4.76	5.285	4.536	5.166	4.312	5.047	4.088	4.928	3.864	4.809	3.64	4.69	3.416	4.571	3.192	4.452	2.968	4.333
			15	5.75	5.0975	5.4125	4.88	5.3	4.6625	5.1875	4.445	5.075	4.2275	4.9625	4.01	4.85	3.7925	4.7375	3.575	4.625	3.3575	4.5125	3.14	4.4	2.9225	4.2875
			19	5.59	4.9615	5.2765	4.752	5.172	4.5425	5.0675	4.333	4.963	4.1235	4.8585	3.914	4.754	3.7045	4.6495	3.495	4.545	3.2855	4.4405	3.076	4.336	2.8665	4.2315
		玻膠 璃台	5+隔熱膜+	4.92	4.392	4.707	4.216	4.636	4.04	4.565	3.864	4.494	3.688	4.423	3.512	4.352	3.336	4.281	3.16	4.21	2.984	4.139	2.808	4.068	2.632	3.997
			6+隔熱膜+	4.88	4.358	4.673	4.184	4.604	4.01	4.535	3.836	4.466	3.662	4.397	3.488	4.328	3.314	4.259	3.14	4.19	2.966	4.121	2.792	4.052	2.618	3.983
			8+隔熱膜+	4.71	4.2135	4.5285	4.048	4.468	3.8825	4.4075	3.717	4.347	3.5515	4.2865	3.386	4.226	3.2205	4.1655	3.055	4.105	2.8895	4.0445	2.724	3.984	2.5585	3.9235
		(6mm乾燥空氣層)	3+A6+3	3.31	3.0235	3.3385	2.928	3.348	2.8325	3.3575	2.737	3.367	2.6415	3.3765	2.546	3.386	2.4505	3.3955	2.355	3.405	2.2595	3.4145	2.164	3.424	2.0685	3.4335
			5+A6+5	3.25	2.9725	3.2875	2.88	3.3	2.7875	3.3125	2.695	3.325	2.6025	3.3375	2.51	3.35	2.4175	3.3625	2.325	3.375	2.2325	3.3875	2.14	3.4	2.0475	3.4125
			6+A6+6	3.23	2.9555	3.2705	2.864	3.284	2.7725	3.2975	2.681	3.311	2.5895	3.3245	2.498	3.338	2.4065	3.3515	2.315	3.365	2.2235	3.3785	2.132	3.392	2.0405	3.4055
			8+A6+8	3.17	2.9045	3.2195	2.816	3.236	2.7275	3.2525	2.639	3.269	2.5505	3.2855	2.462	3.302	2.3735	3.3185	2.285	3.335	2.1965	3.3515	2.108	3.368	2.0195	3.3845
			10+A6+10	3.12	2.862	3.177	2.776	3.196	2.69	3.215	2.604	3.234	2.518	3.253	2.432	3.272	2.346	3.291	2.26	3.31	2.174	3.329	2.088	3.348	2.002	3.367
			12+A6+12	3.07	2.8195	3.1345	2.736	3.156	2.6525	3.1775	2.569	3.199	2.4855	3.2205	2.402	3.242	2.3185	3.2635	2.235	3.285	2.1515	3.3065	2.068	3.328	1.9845	3.3495
		(6mm惰性氣體層) 雙層玻璃	3+Aig6+3	2.62	2.437	2.752	2.376	2.796	2.315	2.84	2.254	2.884	2.193	2.928	2.132	2.972	2.071	3.016	2.01	3.06	1.949	3.104	1.888	3.148	1.827	3.192
			5+Aig6+5	2.58	2.403	2.718	2.344	2.764	2.285	2.81	2.226	2.856	2.167	2.902	2.108	2.948	2.049	2.994	1.99	3.04	1.931	3.086	1.872	3.132	1.813	3.178
			6+Aig6+6	2.56	2.386	2.701	2.328	2.748	2.27	2.795	2.212	2.842	2.154	2.889	2.096	2.936	2.038	2.983	1.98	3.03	1.922	3.077	1.864	3.124	1.806	3.171
			8+Aig6+8	2.52	2.352	2.667	2.296	2.716	2.24	2.765	2.184	2.814	2.128	2.863	2.072	2.912	2.016	2.961	1.96	3.01	1.904	3.059	1.848	3.108	1.792	3.157
			10+Aig6+10	2.48	2.318	2.633	2.264	2.684	2.21	2.735	2.156	2.786	2.102	2.837	2.048	2.888	1.994	2.939	1.94	2.99	1.886	3.041	1.832	3.092	1.778	3.143
			12+Aig6+12	2.44	2.284	2.599	2.232	2.652	2.18	2.705	2.128	2.758	2.076	2.811	2.024	2.864	1.972	2.917	1.92	2.97	1.868	3.023	1.816	3.076	1.764	3.129
		(12mm惰性氣體 雙層玻璃)	3+Aig12+3	1.93	1.8505	2.1655	1.824	2.244	1.7975	2.3225	1.771	2.401	1.7445	2.4795	1.718	2.558	1.6915	2.6365	1.665	2.715	1.6385	2.7935	1.612	2.872	1.5855	2.9505
			5+Aig12+5	1.9	1.825	2.14	1.8	2.22	1.775	2.3	1.75	2.38	1.725	2.46	1.7	2.54	1.675	2.62	1.65	2.7	1.625	2.78	1.6	2.86	1.575	2.94
			6+Aig12+6	1.89	1.8165	2.1315	1.792	2.212	1.7675	2.2925	1.743	2.373	1.7185	2.4535	1.694	2.534	1.6695	2.6145	1.645	2.695	1.6205	2.7755	1.596	2.856	1.5715	2.9365
			8+Aig12+8	1.86	1.791	2.106	1.768	2.188	1.745	2.27	1.722	2.352	1.699	2.434	1.676	2.516	1.653	2.598	1.63	2.68	1.607	2.762	1.584	2.844	1.561	2.926
			10+Aig12+10	1.83	1.7655	2.0805	1.744	2.164	1.7225	2.2475	1.701	2.331	1.6795	2.4145	1.658	2.498	1.6365	2.5815	1.615	2.665	1.5935	2.7485	1.572	2.832	1.5505	2.9155
			12+Aig12+12	1.8	1.74	2.055	1.72	2.14	1.7	2.225	1.68	2.31	1.66	2.395	1.64	2.48	1.62	2.565	1.6	2.65	1.58	2.735	1.56	2.82	1.54	2.905
		(12mm乾燥空氣層) 雙層玻璃	3+A12+3	3.1	2.845	3.16	2.76	3.18	2.675	3.2	2.59	3.22	2.505	3.24	2.42	3.26	2.335	3.28	2.25	3.3	2.165	3.32	2.08	3.34	1.995	3.36
			5+A12+5	3.05	2.8025	3.1175	2.72	3.14	2.6375	3.1625	2.555	3.185	2.4725	3.2075	2.39	3.23	2.3075	3.2525	2.225	3.275	2.1425	3.2975	2.06	3.32	1.9775	3.3425
			6+A12+6	3.03	2.7855	3.1005	2.704	3.124	2.6225	3.1475	2.541	3.171	2.4595	3.1945	2.378	3.218	2.2965	3.2415	2.215	3.265	2.1335	3.2885	2.052	3.312	1.9705	3.3355
			8+A12+8	2.98	2.743	3.058	2.664	3.084	2.585	3.11	2.506	3.136	2.427	3.162	2.348	3.188	2.269	3.214	2.19	3.24	2.111	3.266	2.032	3.292	1.953	3.318
			10+A12+10	2.94	2.709	3.024	2.632	3.052	2.555	3.08	2.478	3.108	2.401	3.136	2.324	3.164	2.247	3.192	2.17	3.22	2.093	3.248	2.016	3.276	1.939	3.304
			12+A12+12	2.9	2.675	2.99	2.6	3.02	2.525	3.05	2.45	3.08	2.375	3.11	2.3	3.14	2.225	3.17	2.15	3.2	2.075	3.23	2	3.26	1.925	3.29
		玻璃磚	8+A6~A8+8	2.98	2.743	3.058	2.664	3.084	2.585	3.11	2.506	3.136	2.427	3.162	2.348	3.188	2.269	3.214	2.19	3.24	2.111	3.266	2.032	3.292	1.953	3.318

註：窗部位平均傳透率 U_i=窗框U值x(0.15-0.65)+玻璃U值x(0.85-0.35)
 此表計算式需與林憲德教授再行研議並納入「綠建築解說與評估手冊」中。
立面開窗率 > 0.5 (U ≤ 2.7)

〈資料來源：南亞塑膠工業股份有限公司〉

由表 3-3 可知一般住宅立面開窗率約 $U \leq 5.2$ ，豪宅大開窗之立面開窗率約 $U \leq 4.7$ ，搭配由表 3-5 可知，若以窗框 25%+玻璃 75%為例時，塑鋼框搭配 3mm 強化清玻璃即可版滿足法規要求，而鋁框需要搭配 15mm 的強化玻璃才可滿足法規。由表 3-6 可知，若以窗框 35%+玻璃 65%為例時，塑鋼框搭配 3mm 強化清玻璃即可版滿足法規要求，而鋁框需要搭配膠合隔熱以上等級的強化玻璃才可滿足法規。

3.5 玻璃材料與窗戶 U 值之成本分析

由表 3-10 各類玻璃市售價格表可知常使用窗戶之窗框比例約在 20-35%，以窗框 25%+玻璃 75%且 $U \leq 5.2$ 為例時，塑鋼窗與鋁窗在滿足法規要求下之玻璃價格相差 277 元/材（不含工資）。

若以窗框 35%+玻璃 65%且 $U \leq 4.7$ 為例時，塑鋼窗與鋁窗在滿足法規要求下之玻璃價格相差 312 元/材（不含工資）。

由上述兩例得知，塑鋼窗和鋁窗在滿足不同 U 值條件下，可節省之玻璃成本相差約 18 倍之多。

因此可知在外殼節能上並非必須倚賴昂貴的玻璃方能滿足隔熱法規要求，只要考慮具隔熱性能良好之窗框並搭配一般強化清玻璃即可滿足法令要求，即所謂綠建築並非「貴」建築之理念。

表 3-10 各類玻璃市售價格表

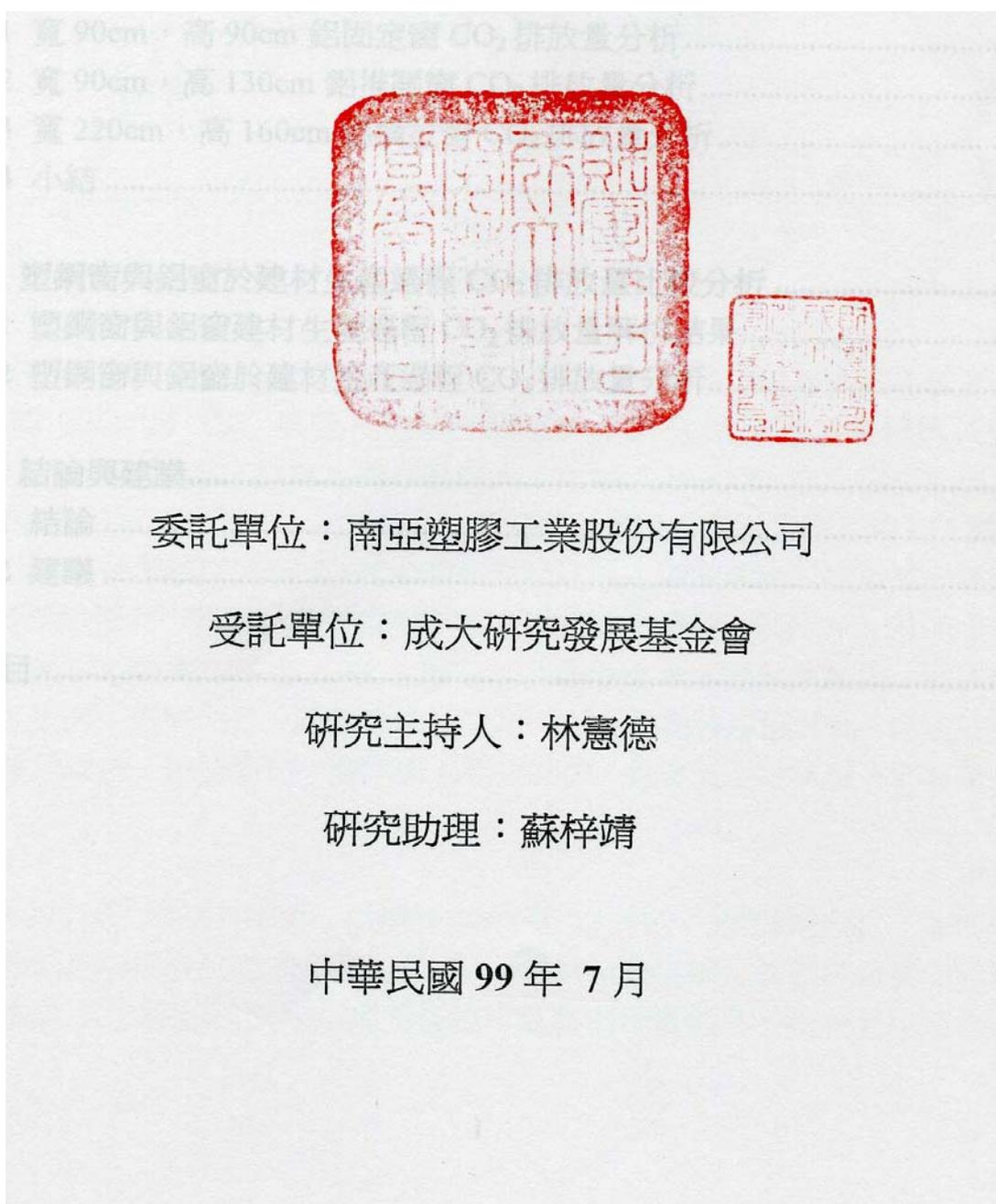
窗框「w/(m ² ·k)」		玻 璃 (數字代表厚度 mm)	玻璃熱傳透率 U _i 「w/(m ² ·k)」	玻璃價格 (元/才)	
南亞塑鋼窗框	鋁窗				
U _i =1.4	U _i =3.5	單層玻璃	3	6.31	16
			5	6.21	31
			6	6.16	37
			8	6.07	50
			10	5.97	64
			12	5.88	99
			15	5.75	293
			19	5.59	371
		雙層玻璃 (6mm 乾燥空氣層)	3+A6+3	3.31	88
			5+A6+5	3.25	124
			6+A6+6	3.23	144
			8+A6+8	3.17	183
			10+A6+10	3.12	224
			12+A6+12	3.07	312
		雙層玻璃 (6mm 惰性氣體層)	3+Aig6+3	2.62	148
			5+Aig6+5	2.58	184
			6+Aig6+6	2.56	204
			8+Aig6+8	2.52	243
			10+Aig6+10	2.48	284
			12+Aig6+12	2.44	372
		雙層玻璃 (12mm 惰性氣體層)	3+Aig12+3	1.93	172
			5+Aig12+5	1.9	210
			6+Aig12+6	1.89	233
			8+Aig12+8	1.86	262
			10+Aig12+10	1.83	303
			12+Aig12+12	1.8	390
		雙層玻璃 (12mm 乾燥空氣層)	3+A12+3	3.1	112
			5+A12+5	3.05	150
			6+A12+6	3.03	173
			8+A12+8	2.98	202
			10+A12+10	2.94	243
			12+A12+12	2.9	330
		膠 璃 合 玻	5+隔熱膜+5	4.92	296
			6+隔熱膜+6	4.88	314
			8+隔熱膜+8	4.71	338
		玻璃磚	8+A6~A8+8	2.98	

〈資料來源：元璋玻璃〉

第四章 建材生產過程塑鋼窗與鋁窗碳揭露之研究

-以建材 CO₂ 排放量評估

依據南亞塑膠公司提供，於 2010 年委託國立成功大學建築系(林憲德教授)，針對塑鋼窗與鋁窗於生產與製造過程中所製造之 CO₂ 排放作一研究計畫，希冀瞭解比較兩者在碳揭露之差異。



計畫目的

以營建產業而言，不同的材質之建材其原料取得、提煉方式不同；在生產、提煉、運送等過程中，所消耗之能源及所排放之CO₂ 量亦有不同。在建築物的門窗這個部份，一般坊間常見的鋁擠型窗框，其使用的鋁料是由鋁礬土(鋁土礦)加以電解精煉而成，此過程必須消耗大量能源，並排放大量的CO₂，並不符合今日全球倡導節能減碳之趨勢。

為減緩人為開發與工業生產造成的環境負荷與傷害，本研究探討比較「南亞塑膠工業股份有限公司」之塑鋼窗產品與一般坊間的鋁窗，在產品生產過程中的CO₂ 排放量，檢視兩種產品對於地球環境的衝擊，並分析比較兩者之優劣。

4.2 研究範圍及對象

本研究討論塑鋼窗及鋁窗自材料生產以至材料擠型、組裝成品此一過程中，所造成的耗能及CO₂ 排放量。而研究對象為「南亞塑膠工業股份有限公司」所提供之型號NW08 固定窗、推開窗、橫拉窗，以及相同尺寸的鋁窗。由於「南亞塑膠工業股份有限公司」型號NW08 各種窗型皆無固定尺寸，方便起見本研究皆選定「南亞塑膠工業股份有限公司」於其塑鋼窗型錄上所列，能製造之最大尺寸作為研究對象，條列三種窗型尺寸如下：

1. 固定窗：寬90cm；高90cm
2. 推開窗：寬90cm；高130cm

3. 橫拉窗：寬220cm；高160cm

而本研究所討論計算之鋁窗，其尺寸亦參照上述三項所列。

4.3 研究方法

根據日本空氣調和・衛生工學會對於各種材料生產的環境負荷，主要有產業關連表法、限定間接需要法與生產線直接耗能法三種統計方法。其中生產線直接耗能法相當於建材生產線的直接耗能統計，是目前普遍認為最直接可靠的CO₂排放量統計法。

在台灣，張又升君於 2002 年〈建築物生命週期二氧化碳減量評估〉研究論文中，即利用生產線直接耗能統計法，進行各種建材與整體建築物之生命週期減碳研究。本研究將參考張君之研究成果，將塑鋼窗、鋁窗依材料別拆解為塑鋼料、鋁料、玻璃等材料，分別計算產品各部位自材料生產、壓模擠型、運輸、到最終組裝成品等階段的耗能量及CO₂ 排放量，進行兩產品之碳揭露與比較。本研究研究流程如下圖1-3 所示。

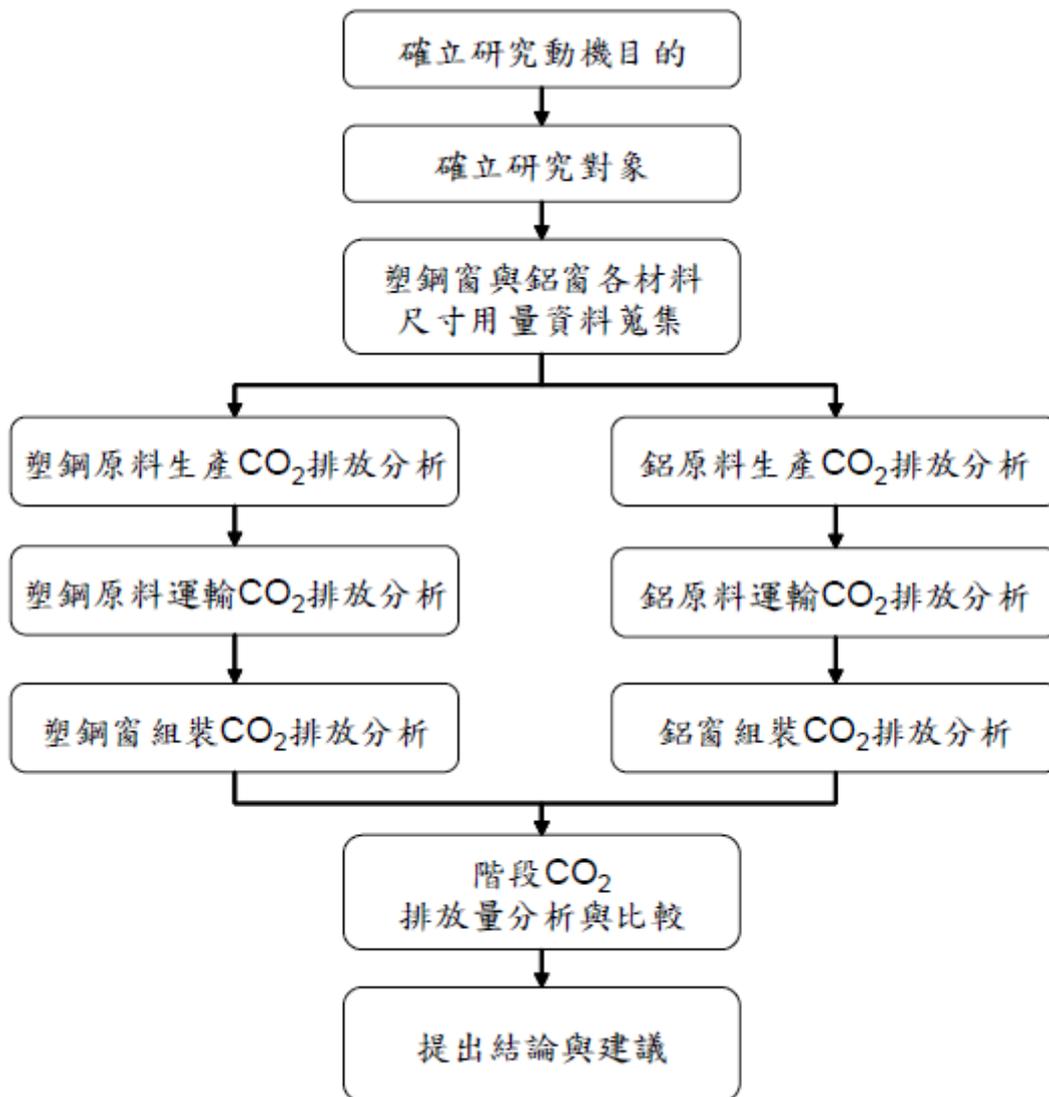


圖 4-1 研究流程圖

4.4 塑鋼窗與鋁窗於建材生產過程CO₂排放量比較分析

將塑鋼窗與鋁窗 CO₂ 排放量計算結果彙整如下表所示：

表 4-1 本研究 6 種窗型建材生產過程 CO₂ 排放量一欄表

	主要材料	窗高 (cm)	窗寬 (cm)	塑鋼/鋁用量及 CO ₂ 排放量		玻璃用量及 CO ₂ 排放量		建材生產過程 CO ₂ 排放量 (kg-CO ₂)
				材料用量 (kg)	CO ₂ 排放量 (kg-CO ₂)	材料用量 (kg)	CO ₂ 排放量 (kg-CO ₂)	
固定窗	塑鋼	90	90	6.17	6.69	8.00	5.84	12.53
	鋁	90	90	4.37	39.59	8.00	5.84	45.43
推開窗	塑鋼	130	90	12.90	13.99	9.94	7.26	21.25
	鋁	130	90	8.51	77.01	9.94	7.26	84.27
橫拉窗	塑鋼	160	220	24.17	26.21	34.74	25.36	51.57
	鋁	160	220	16.08	145.50	34.74	25.36	170.86

註：

- 1.每 kg 重塑鋼之 CO₂ 排放量(含建材生產及擠型加工)為 1.085 kg-CO₂/kg
- 2.每 kg 重鋁之 CO₂ 排放量(含建材生產及擠型加工)為 9.05 kg-CO₂/kg
- 3.每 kg 重玻璃之 CO₂ 排放量(含建材生產及運輸)為 0.73 kg-CO₂/kg
- 4.上述建材生產加工及運輸之 CO₂ 排放量取自張又升論文。

由表 5-1 可知，塑鋼料與鋁料於材料先天上之CO₂ 排放量即有所不同，每公斤重的塑鋼於建材生產過程之CO₂ 排放量為1.085 kg-CO₂，僅約為鋁料（每公斤鋁料生產過程之CO₂ 排放量為9.05 kg-CO₂）的九分之一。檢視鋁料的生產過程：利用Bayer 法自鋁土礦中提煉出氧化鋁(Al₂O₃)，再電解氧化鋁得原生鋁錠，而後利用「三層電解法」精練得到高純度鋁，此過程之耗能量顯然遠高於塑鋼之硬質PVC 原料常用的製造方式「乙烯法」。而檢視 2 種材料在3 種窗型的材料用量，本研究發現在同一窗型、同一尺

寸之情形下，鋁用量皆少於塑鋼用量，這固然顯示鋁料材料強度上的優勢，然而，再檢視其各窗型鋁料及塑鋼料之CO₂ 排放量，仍可看出，同一窗型、同一尺寸之情形下，鋁料之用量雖然較少，CO₂ 排放量依然高過塑鋼料。各種窗型整體表現而言，鋁窗於建材生產過程 CO₂ 排放量約為塑鋼窗的 3.3(橫拉窗，170.86 ÷ 51.57)~4(推開窗，84.27 ÷ 21.25)倍，顯示以考量地球環保、減緩地球暖化之前提下，使用塑鋼窗應比使用鋁窗來的節能減碳。

4.5 結論與建議

4.5.1 結論

為響應地球環保之潮流，本研究透過建材生產過程CO₂ 排放解析方法，比較「南亞塑膠工業股份有限公司」生產的塑鋼窗與一般坊間常用的鋁窗之CO₂排放量，證實了以下成果：

1. 單位重量塑鋼擠型材料於建材生產過程之CO₂ 排放量，僅約為鋁擠型材料於建材生產過程之CO₂ 排放量的九分之一。

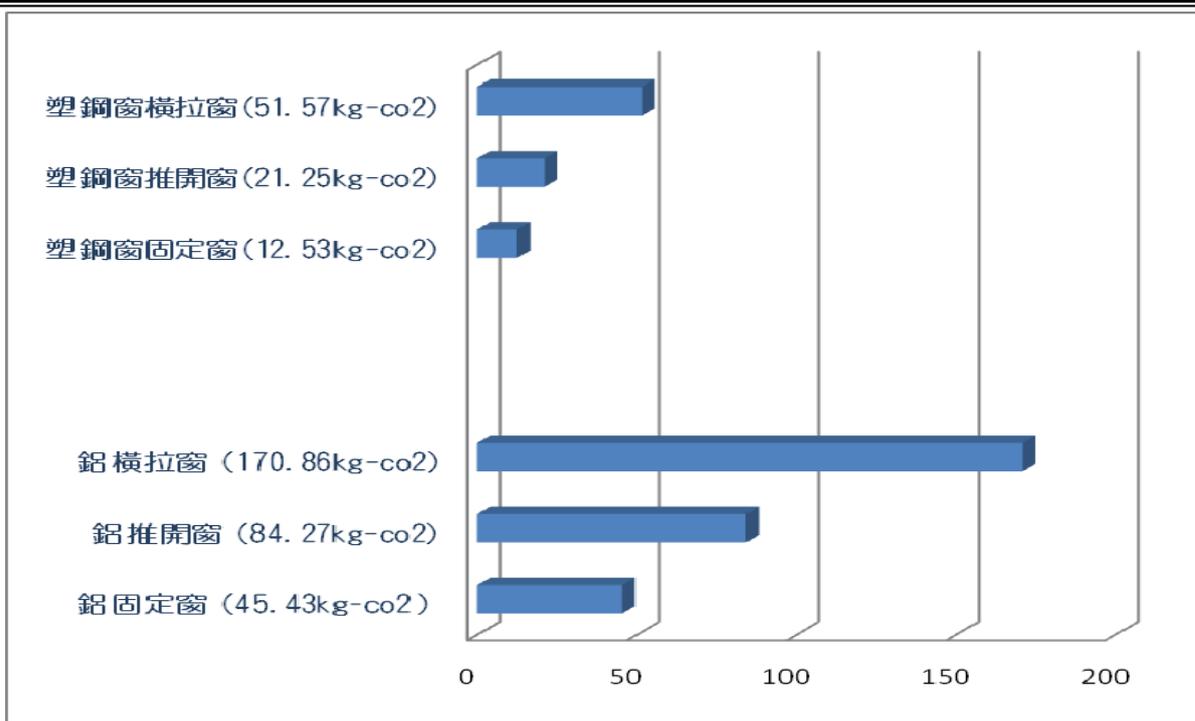
本研究根據張又升君對於建材生產階段 CO₂ 排放量之數據，經計算得每公斤鋁擠型材料於建材生產過程之CO₂ 排放量為9.05 kg-CO₂；而每公斤塑鋼擠型材料於建材生產過程之CO₂ 排放量為1.085 kg-CO₂，僅約為鋁擠型材料於建材生產過程之CO₂ 排放量的九分之一，可見塑鋼擠型材料較鋁擠型材料來的節能減碳。

2. 在同窗型、同尺寸的情況下，即使鋁窗的材料用量較塑鋼窗的材料用量少，其建材生產過程CO₂ 排放量仍大於塑鋼窗。

本研究計塑鋼窗、鋁窗各 3 種窗型(固定窗、推開窗、橫拉窗)在同尺寸情況下之材料用量與建材生產過程CO₂ 排放量，發現無論何種窗型，鋁窗的材料用量皆少於塑鋼窗。然而，換算建材生產過程CO₂ 排放量後，無論何種窗型，鋁窗於生產過程之CO₂ 排放量皆大於塑鋼窗於生產過程之CO₂ 排放量。

3. 在同窗型、同尺寸的情況下，鋁窗於建材生產過程CO₂ 排放量約為塑鋼窗於建材生產過程CO₂ 排放量的3.5 倍。經過本研究計算，鋁窗於建材生產過程CO₂ 排放量約為塑鋼窗的3.3(橫拉窗， $170.86 \div 51.57$)~4(推開窗， $84.27 \div 21.25$)倍，顯示以考量地球環保、減緩地球暖化之前提下，使用塑鋼窗應比使用鋁窗來的節能減碳。

圖 4-2 本研究 6 種窗型建材生產過程 CO₂ 排放量比較表

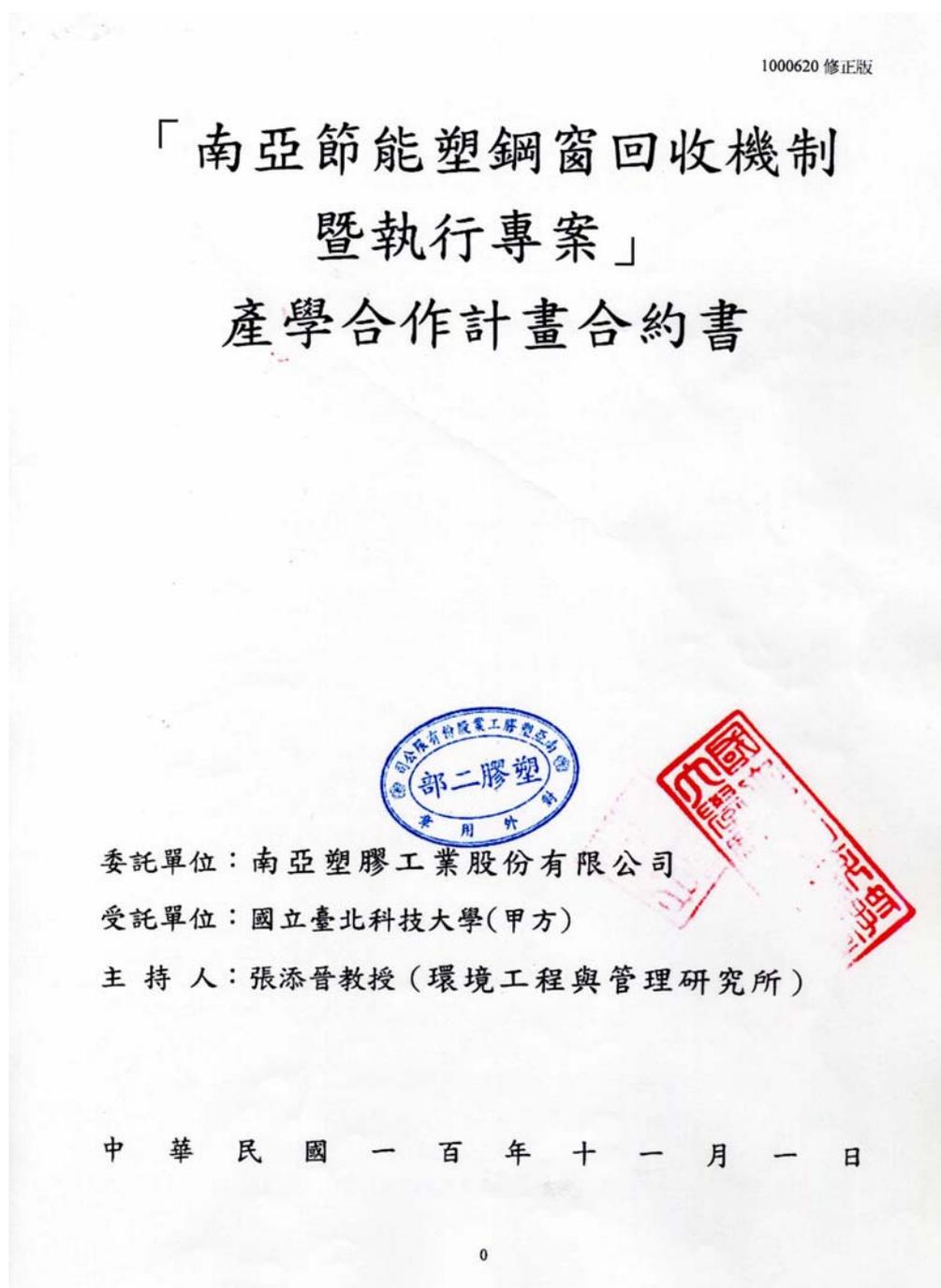


4.5.2 建議

由於全球溫室效應日漸加劇，節能減碳實為身為地球公民應盡之義務，建築產業亦不例外。根據本研究成果可知，塑鋼窗於建材生產過程CO2 排放量低於鋁窗約35-40%，如以環境保護、地球永續為前提之下，於建築門窗施作時採用塑鋼窗，將會比採用鋁窗來的減碳且環保。

第五章 營建廢棄物產生與處理

依據南亞塑膠公司於2012年委託國立台北科技大學環境工程與管理研究所(張添晉教授兼所長)，為塑鋼窗之回收再利用作一研究計畫，當建築物生命週期結束時，塑鋼窗可百分之百完全回收再利用，以為地球環保盡一份心力。



5.1 計畫目的

目前我國事業廢棄物及營建廢棄物管理面臨問題包含源頭管理、流向管理、再利用技術、綠建材產業市場尚未健全等，希望政府主管機關參酌本計畫建立我國塑鋼窗回收、再利用之完善機制、執行方式、減量措施、成效評估及流向管理技術作為施政管理及方針之參考。

本計畫之具體目的如下：

- 一、建立南亞PVC塑鋼窗事業廢棄物回收機制
- 二、建立南亞PVC塑鋼窗事業廢棄物再利用執行方式
- 三、建立南亞PVC塑鋼窗營建廢棄物回收機制
- 四、建立南亞PVC塑鋼窗營建廢棄物再利用執行方式
- 五、建立塑鋼窗廢棄物流向管理機制

5.2 研究範圍

本計畫以南亞塑膠-嘉義新港廠及經銷商回收實際作法為範圍，說明南亞塑膠在PVC塑鋼窗之事業廢棄物及營建廢棄物之回收作法及內容，本計畫對於南亞PVC塑鋼窗之範圍做下列定義：

- 一、本計畫之目標係指南亞塑膠PVC廢棄物之資源回收技術，所處理之廢棄物以「塑鋼窗」廢棄物為主要之對象，其餘廢棄物暫不考慮。
- 二、PVC塑鋼窗廢棄物係指「事業廢棄物」即工廠內部與「營建廢棄物」即建築物拆解後之塑鋼窗為主。

5.3 計畫流程

本計畫工作流程如圖5-1所示，內容先以設立本計畫動機與目標，並確認本計畫範圍，針對於PVC塑鋼窗廢棄物之廠內事業廢棄物及廠外營建廢棄物兩者之回收再利用探討，並蒐集塑鋼窗回收再利用之通路相關資料，規劃建立塑鋼窗廢棄物之管制機制，以達到本次計畫目標。

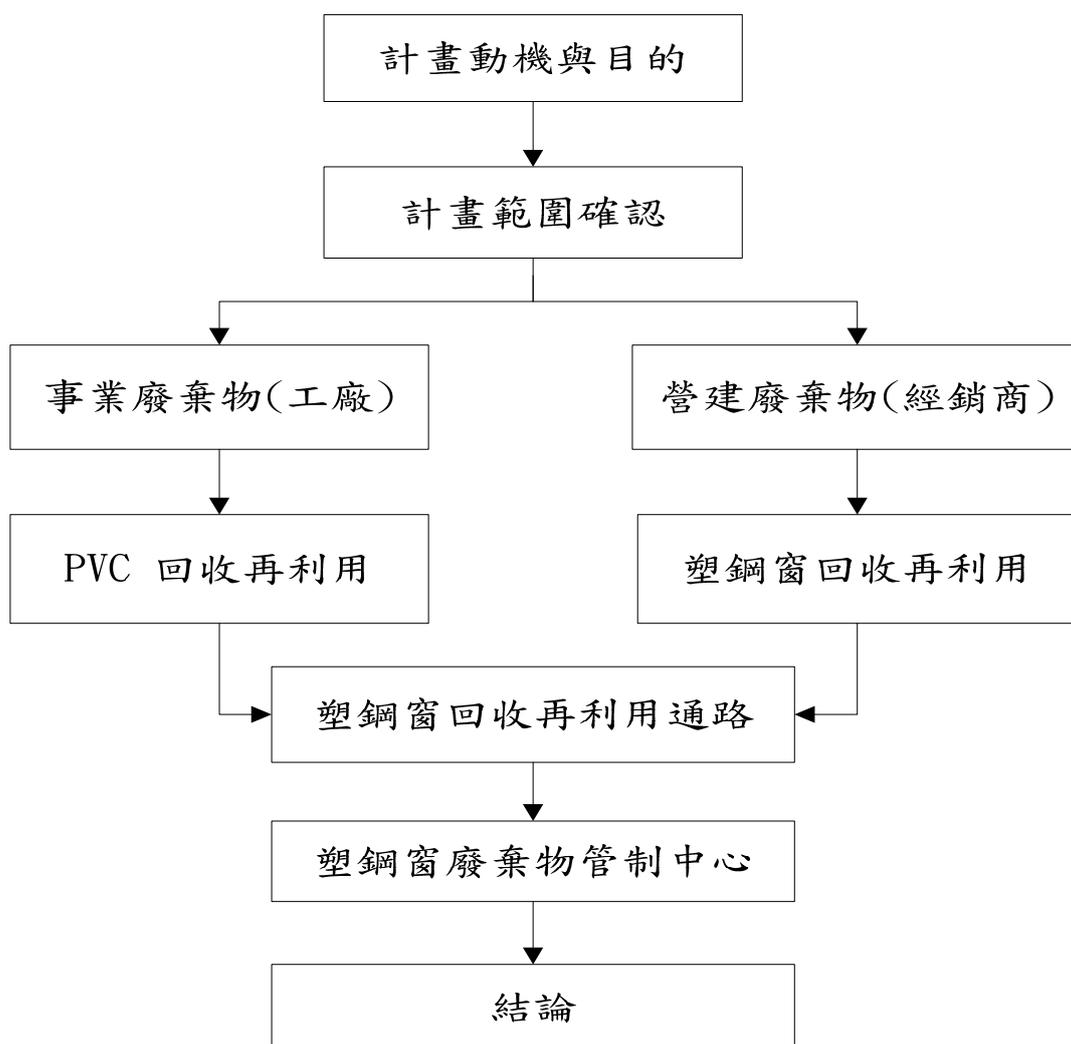


圖 5-1 計畫工作流程圖

5.4 南亞 PVC 塑鋼窗資源回收處理及再利用現況

（以嘉義新港廠為例）

一、南亞 PVC 塑鋼窗押出作業流程

南亞 PVC 塑鋼窗製造過程，主要為押出作業，其流程包括廠內物料經由原料輸送管路送至押出機，並經由冷卻成行段，且由引取機和裁剪機處理後送至繳庫等處理步驟如圖 5-2 所示。

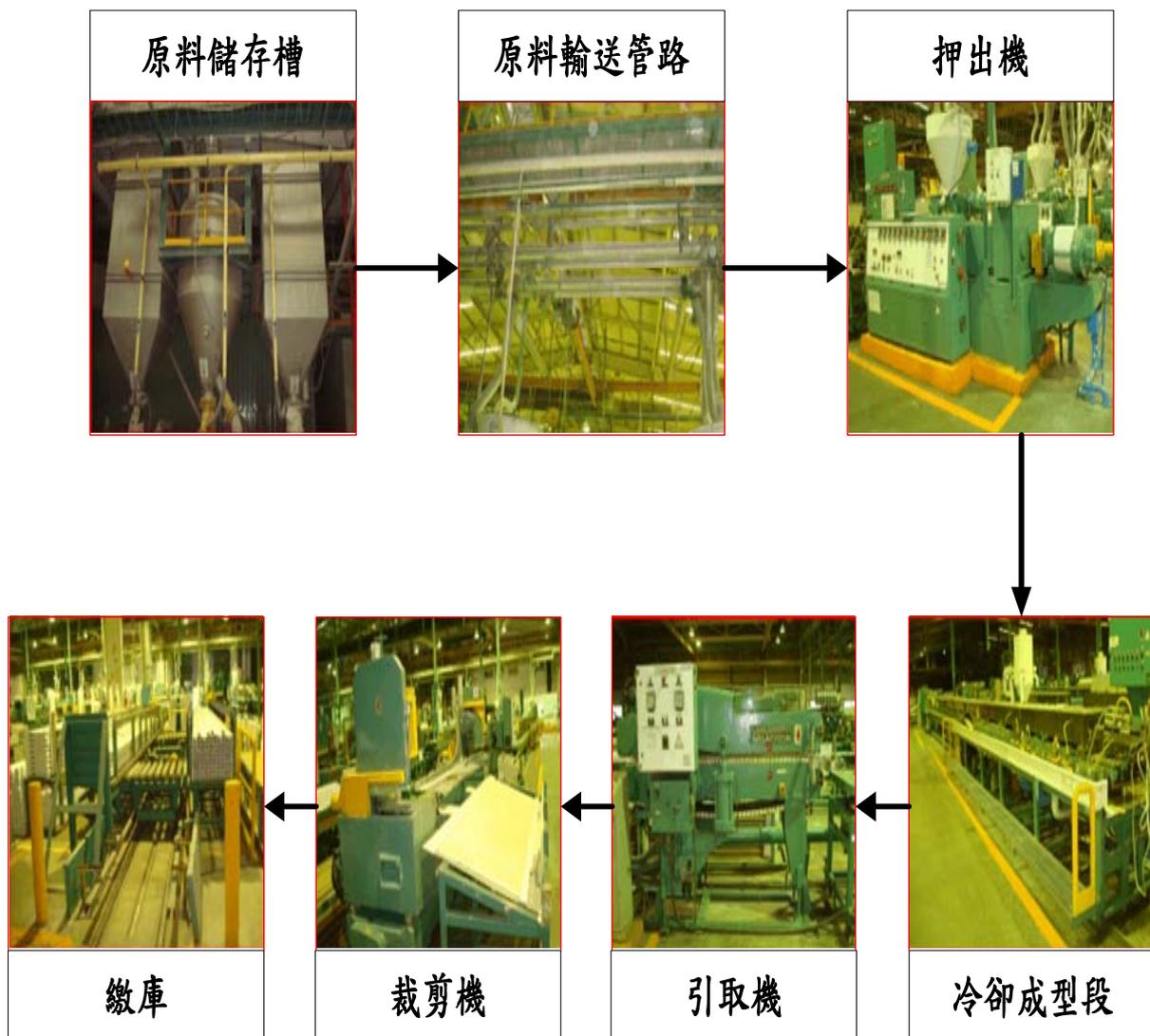


圖 5-2 南亞嘉義新港廠PVC押出作業流程圖

二、南亞 PVC 塑鋼窗加工餘料之再利用流程

南亞 PVC 塑鋼窗加工餘料之再利用作業流程如圖 5-3 所示，係由工廠內部及經銷商回收之格外品，經由破碎機之壓碎處理後，再經由粉碎機研磨處理，並將產出碎粉屑以再生料儲存桶集中收集，其後將集中收集之碎粉屑置入加工機械，使其產出補強材及其他產品。

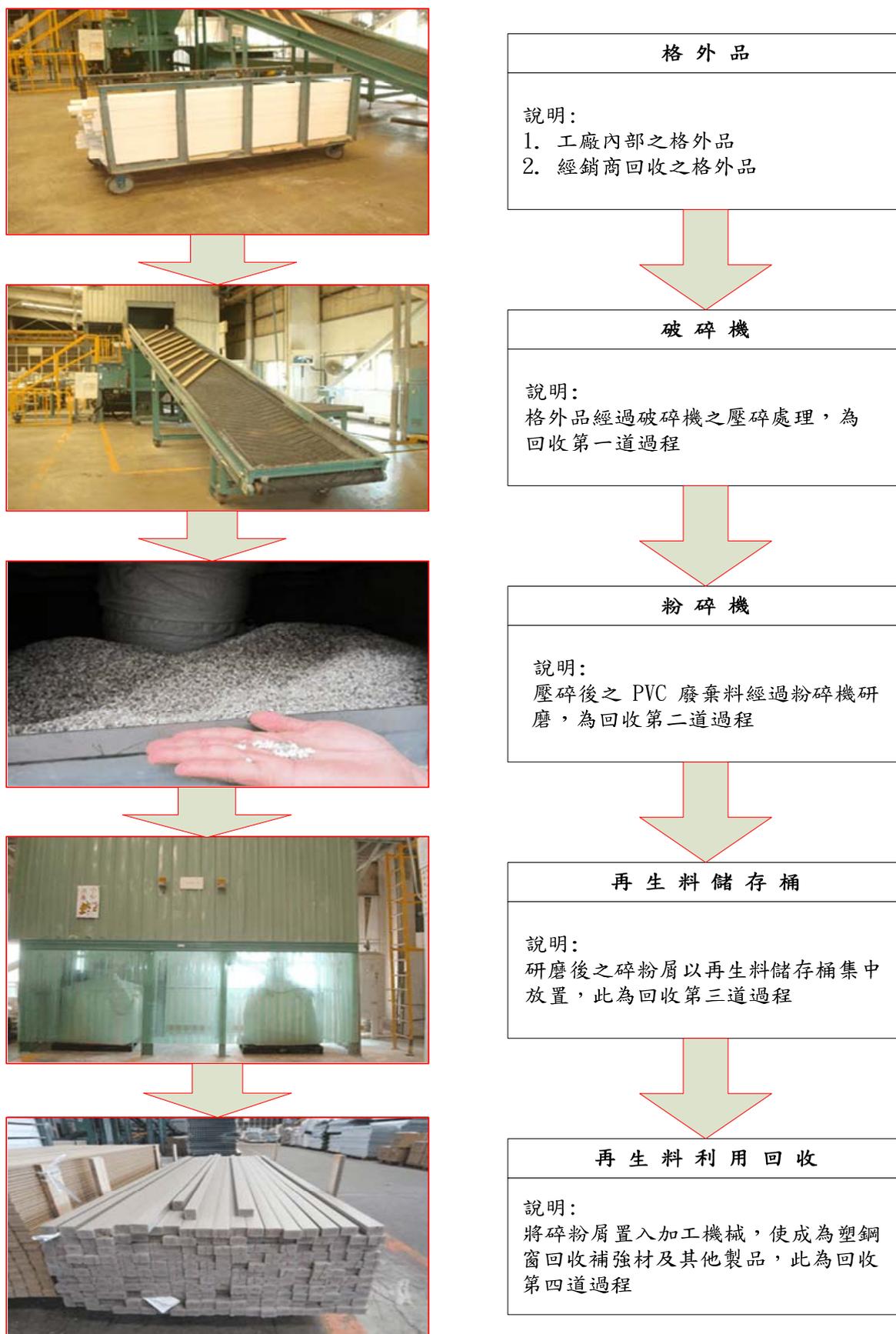


圖 5-3 南亞塑膠於嘉義新港廠之PVC廢棄物回收作業流程圖

5.5 南亞 PVC 塑鋼窗資源回收處理及再利用現況(以經銷商為例)

南亞塑鋼窗之回收現況流程，以經銷商（名晟）為例，如圖5-4所示，說明經由回收新建工程及加工廠內等部分所產出之PVC廢塑鋼窗，藉由清運業者將塑鋼窗框回賣給南亞塑膠，再運送至嘉義工廠處理再利用。圖5-5及圖5-6分別為名晟經銷商及塑恆經銷商之塑鋼窗框回收現場照片。

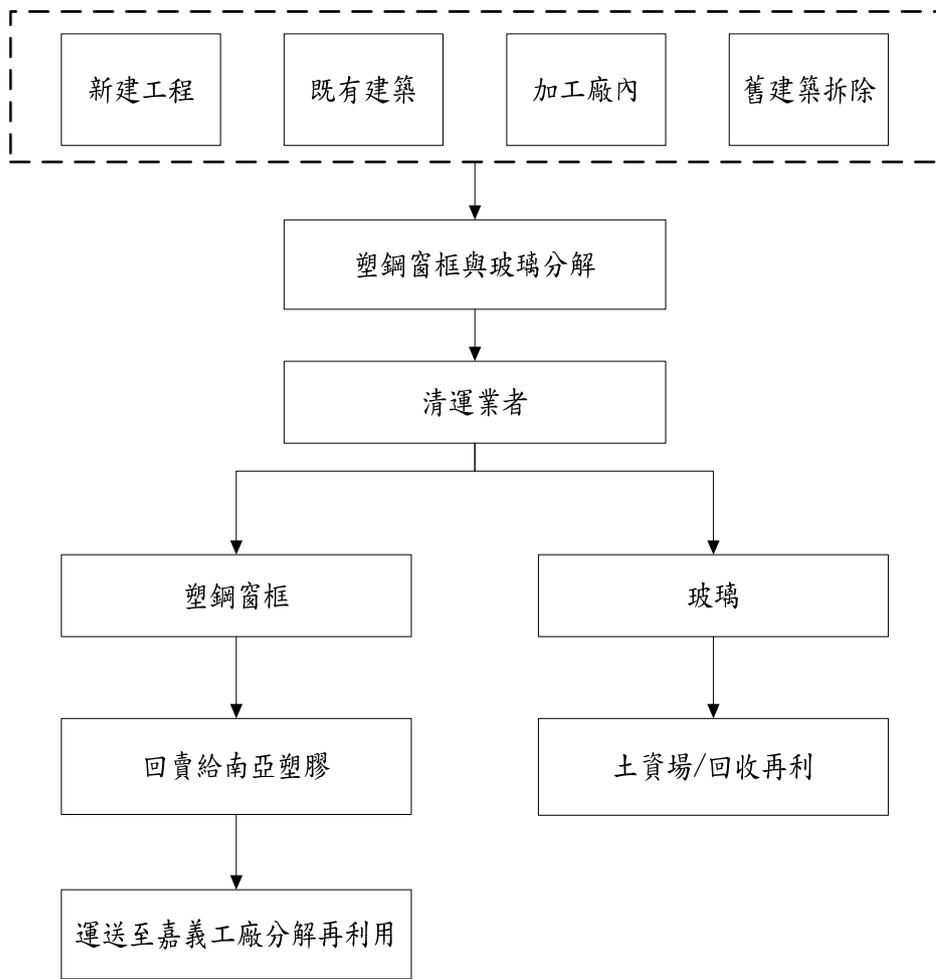


圖 5-4 塑鋼窗框回收處理流程



圖 5-5 塑鋼框回收現場照片（名晟經銷商）

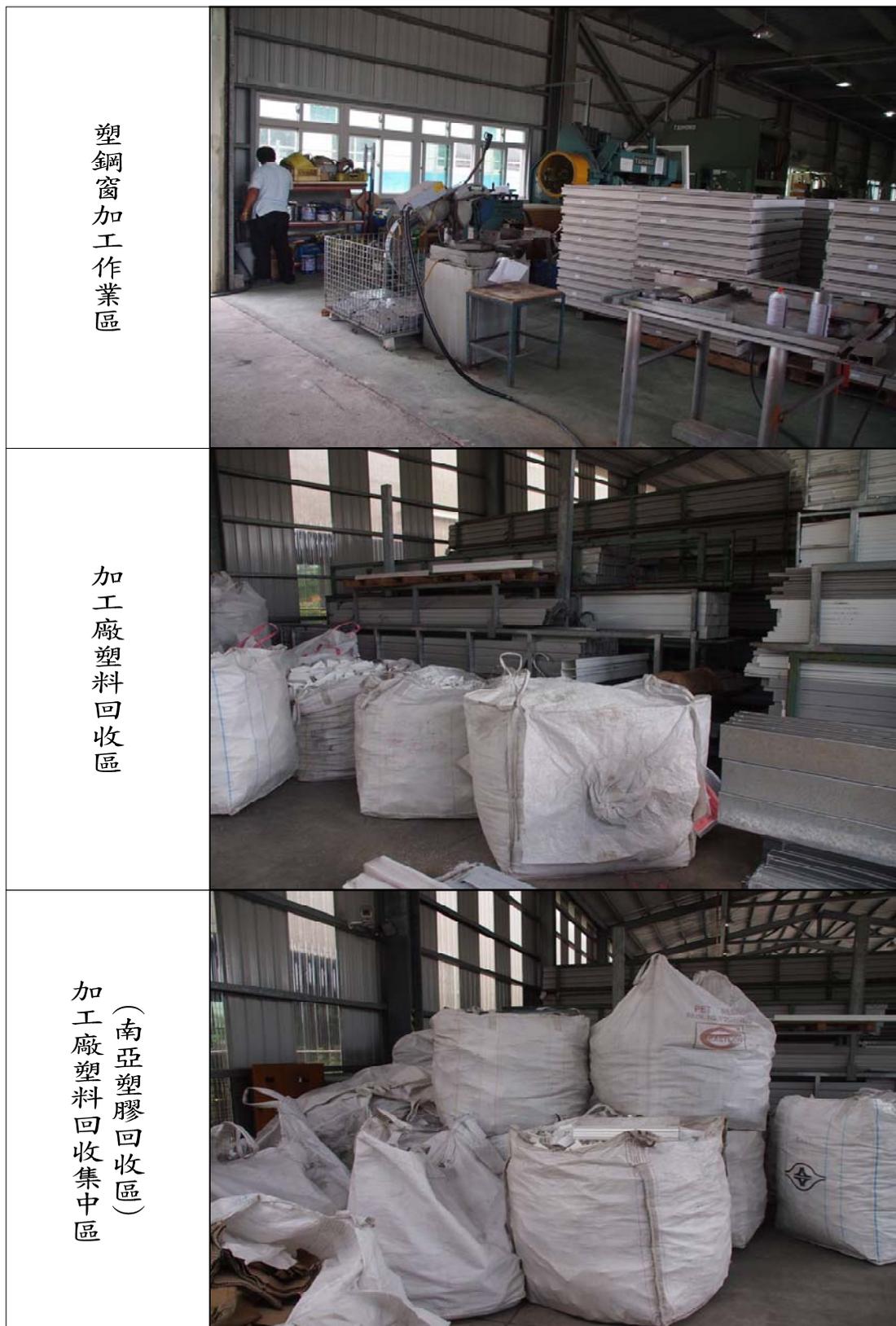
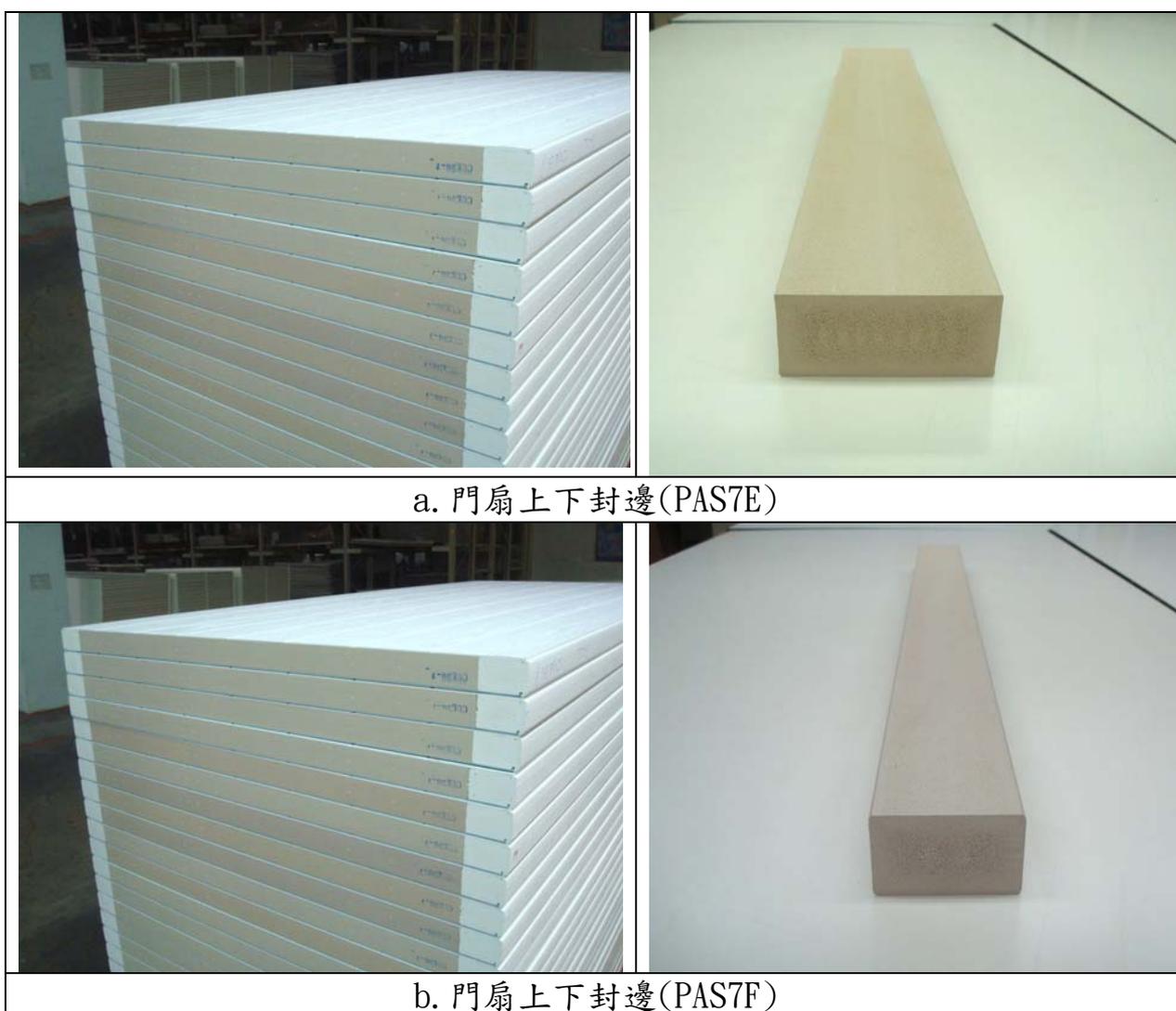


圖 5-6 塑鋼框回收現場照片（塑恆經銷商）

5.6 塑鋼窗框回收再利用成品

南亞塑膠公司每年產出之加工餘料平均約10噸可再利用壓製成再生成品，係由各經銷商所回收之加工後餘料，進行全回並進行再利用，其再利用用途包含門扇上下封邊、護腳材、門扇內部補強材，詳細如圖5-7所示；綜合上述，南亞塑膠公司所生產製造之PVC塑鋼窗，從製造與加工過程所產生之餘料，符合零廢棄全回收之環保趨勢。



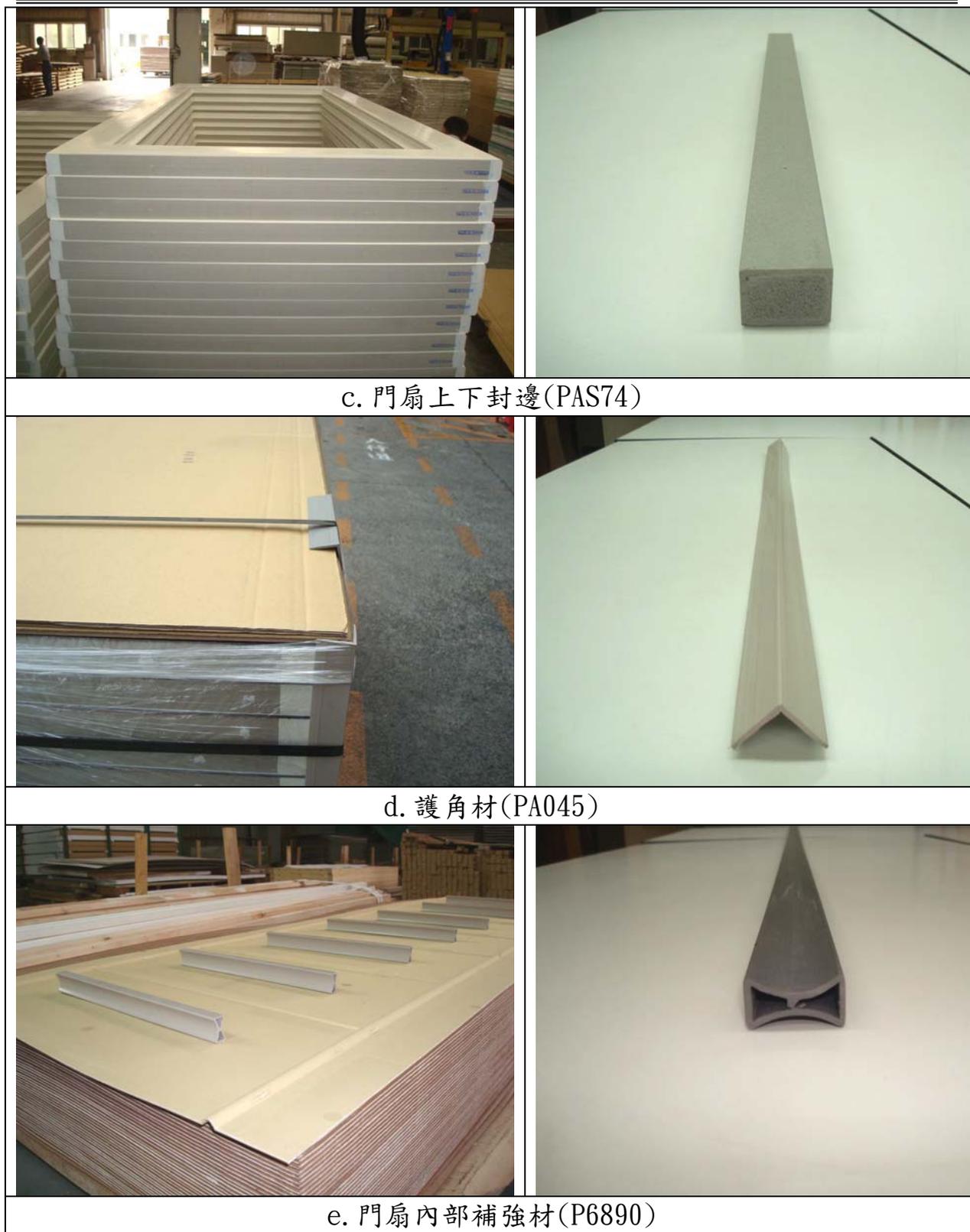


圖 5-7 南亞PVC塑鋼窗再利用成品

5.7 結論

南亞塑膠公司經營過程秉持對於環境永續、健康環保等課題之努力不遺餘力，因此在產品設計、製成、加工、銷售至廢棄原料之回收處理再利用皆以上述理念為最高指導原則，且已行之有年，一以貫之。綜合本計畫之研究，獲致下列結論與建議。

1. 節能減碳已成全球必然之趨勢，各項措施必會逐步落實，台灣迫於此趨勢，必須逐步降低碳排放量，未來南亞塑膠公司將持續投入節能減碳等相關議題，如產品碳標籤申請及碳足跡盤查，以符合全球環保趨勢。
2. 針對南亞PVC塑鋼窗之餘料，非屬於公告回收之項目，且於廠區內PVC塑鋼窗所產出之餘料可全回收再利用，南亞塑膠公司遂將PVC塑鋼窗之餘料視為再生料，遂走自行回收再利用之途徑，以符合生產者責任精神；對於未來產出之營建廢棄物，目前尚無相關法規之規範，南亞塑膠公司則透過建立廢棄物管制中心，經由經銷商設立回收據點，以解決未來營建廢棄物產出資源回收問題。

第六章 結 論

節約能源是當今地球環保最重要的課題，建築物開口部是建築物耗能最大來源，由外面經過窗戶進入室內之熱流量大概佔建築物空調耗能量 50% 以上，假使可以減少經由窗戶進入室內之熱流量，我們就可以減少大量的空調負荷，進而達到節約能源效果。

根據南亞塑膠公司所提供上述之台大、成大、台科大、北科大等學術機構針對塑鋼窗與鋁窗在「隔熱」、「節能」、「減碳」部分，利用實測與電腦模擬等研究方式作深入的研究報告，綜合了以下幾點結論：

- 一、**塑鋼窗的熱傳導係數k值(低)**：PVC材料的熱傳導係數為0.14，而鋁合金則為175。兩者相差1250倍。
- 二、**塑鋼窗的隔熱性能佳**：塑鋼窗的熱傳透率U值為 $1.4 \text{ w / m}^2 \cdot \text{k}$ ，遠低於現行外殼節能法規U值3.5 之標準，對於建築外殼節能有極佳能力。
- 三、**塑鋼窗可節省空調費用**：以30坪的室內空間推估計算可知，在夏季6月~9月的四個月中，每天用電8小時的情況下，用電量為611度，大約可節省約2,200元，塑鋼窗較鋁金屬窗約可節省8-14%空調運轉支出。
- 四、**塑鋼窗的碳排放量低**：在建材生產、製造、加工過程中金屬窗之碳排放量為節能窗之3.5倍；單位重塑鋼擠型材為鋁金屬擠型材碳排放量之九分之一。可知塑鋼窗在碳排放量遠低於金屬窗，對於CO₂減量有莫大助益。
- 五、**塑鋼窗可完全回收再利用**：南亞塑鋼窗具100%可回收再利用的特性，是為對地球友善、永續、環保的綠色建材。

參 考 文 獻

- 1 林憲德 (2010) 塑鋼窗與鋁窗隔熱性能之研究.，國立成功大學建築系.
- 2 林憲德 (2010) 塑鋼窗與鋁窗碳揭露之研究-以建材 CO2 排放量評估，國立成功大學建築系.
- 3 韓選棠 (2009) 塑鋼窗與鋁窗隔熱實測比較之研究.，國立台灣大學生物環境工程系.
- 4 江維華 (2010) 塑鋼窗與鋁窗節能模擬實例之研究-以大直文康社教中心&集合住宅為例，國立台灣科技大學建築系.
- 5 張添晉 (2012)，塑鋼窗回收機制暨執行專案，國立台北科技大學環境工程與管理研究所.